

Ikääntyminen ja sarkopenia – yli 75-vuotiaiden porvoolaisten ravitsemustila ja ravinnonsaanti

Pro gradu – tutkielma
Laura Sormunen

Helsingin yliopisto
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta
Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos
Ravitsemustieteen osasto
Elokuu 2013



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos	
Tekijä/Författare – Author Laura Sormunen			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Ikääntyminen ja sarkopenia-yli 75-vuotiaiden porvoolaisten ravitsemustila ja ravinnonsaanti			
Oppiaine /Läroämne – Subject Ravitsemustiede			
Työn laji/Arbetets art – Level Pro gradu		Aika/Datum – Month and year Elokuu 2013	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 126 + 10 liitettä
Tiivistelmä/Referat – Abstract <p>Tausta: Suomen väestö on yksi Euroopan nopeimmin vanhenevista. Tilastokeskuksen (SVT 2009) mukaan yli 65-vuotiaiden määrä tulee kaksinkertaistumaan vuoteen 2060 mennessä. Kahdenkymmenen ja kahdeksankymmenen ikävuoden välillä luurankoli hasten volyymistä ja voimasta menetetään noin 15–42 %. Vajaaravitsemus ja immobilisaatio nopeuttavat tätä luonnollista lihaskatoa eli sarkopeniaa. Ravinnon ja liikunnan hyödyt tunnetaan jo melko yleisesti, mutta täydennysravintovalmisteiden vaikutuksista ikääntyneiden ravinnonsaantiin, lihaskuntoon ja toimintakykyyn tiedetään edelleen melko vähän. Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää, eroaako sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti ja ravitsemustila toisistaan. Toisena päätavoitteena selvitettiin runsaasti proteiinia sisältäneen tutkimusvalmisteen vaikutusta ravinnonsaantiin.</p> <p>Aineisto ja menetelmät: Tutkimus toteutettiin osana Porvoon lihaskato- ja ravitsemustutkimusta, joka oli satunnaistettu, lumekontrolloitu ja kaksoissokkoutettu kolmen rinnakkaisen ryhmän tutkimus. Tutkimus alkoi rekrytoinneilla vuonna 2012, joiden avulla tutkimukseen saatiin mukaan lihaskadon kriteerit täyttäviä vanhuksia. Alkumittausten yhteydessä kaikilta tutkimukseen osallistuneilta keski-ikästään 84-vuotiaalta tutkimushenkilöltä (n=160) kerättiin ruokapäiväkirjadataa, jonka avulla voitiin tarkastella sarkopenisten ja ei-sarkopenisten henkilöiden ravinnonsaannin eroja. Sarkopeniset (n=97) tutkimushenkilöt satunnaistettiin kolmeen hoitokoeryhmään, joista kontrolliryhmä sai vain liikunta- ja ravitsemusneuvontaa ja kaksi muuta ryhmää saivat lisäksi nautittavakseen runsaasti heraproteiinia sisältänyttä tutkimusvalmistetta tai verrokkivalmistetta. Tutkimusryhmien ravinnonsaannin eroja verrattiin tutkimuksen alussa ja kuuden kuukauden kohdalla ruokapäiväkirjojen avulla ja ravitsemustilaa lyhyellä MNA-testillä. Lisäksi selvitettiin tutkimusvalmisteiden vaikutusta ravinnonsaantiin. Tilastolliset analyysit tehtiin käyttäen yksisuuntaista varianssianalyysia (ANOVA) ja Kruskal-Wallis testia. Ravintomuuttujien ja toimintakyky mittareiden välisiä korrelaatioita laskettiin käyttäen Spearmanin korrelaatiokertoimia. Komplianssierojen tarkastelussa käytettiin Man Whineyn U-testiä</p> <p>Tulokset: Sarkopenisten (n=97) ja ei-sarkopenisten (n=53) tutkimushenkilöiden ravinnonsaannissa oli eroja tutkimuksen alussa. Energian, proteiinin ja suojaravintoaineista esimerkiksi kuidun C-, E- ja B-vitamiinien saanti oli sarkopenisillä ei-sarkopenisiä pienempää. Erot olivat merkitseviä vain naisilla (n=107), mutta miesten (n=53) tuloksissa näkyi samanlainen trendi. Ravitsemustilassa ei ollut merkitseviä eroja tutkimusryhmien välillä. Alkutilanteessa naisilla näkyi merkitseviä yhteyksiä esimerkiksi proteiinin ja puristusvoiman (r=0,082, p=0,029) sekä energian ja pohkeen lihasindeksin välillä (r=0,071, p=0,024), vaikkakin kyseiset yhteydet hävisivät tulosten sekoittavilla tekijöillä vakioinnin jälkeen. Tutkimuksen pilotti-interventiossa oli alussa mukana 58 tutkimushenkilöä, joista suurin osa oli naisia (n=40). Interventiossa ravinnonsaanti ei eronnut tutkimusryhmien välillä kuuden kuukauden kohdalla merkitsevästi. Tutkimusvalmisteen käytön mediaani testiryhmässä oli 83 % ja kontrolliryhmässä 80 %. Molemmat tutkimusvalmisteet lisäsivät tutkimushenkilöiden energiansaantia. Proteiinin saanti oli merkitsevästi suurempaa heraproteiinipitoista tutkimusvalmistetta käyttäneillä (p=0,000).</p> <p>Päätelmät: Tutkimuksen alkutilanteessa ei-sarkopenisten ja sarkopenisten tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti erosi toisistaan, mikä saattaa kuvata hauraiden ikääntyneiden heikompa ravinnonsaantia. Intervention kuuden kuukauden ravinnonsaannissa ei ollut eroja tutkimusryhmien välillä. Tutkimuksen perusteella näyttäisi siis siltä, että heraproteiinia sisältänyt tutkimusvalmiste lisäsi proteiinin ja energian saantia, muttei heikentänyt muuta ravinnonsaantia.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Vajaaravitsemus, sarkopenia, täydennysravintovalmiste, heraproteiini			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Ravitsemustieteen osasto			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: ETT, dos. Anu Turpeinen, ETT Merja Suominen			

Tekstissä käytetyt keskeiset lyhenteet

BMI	painoindeksi
HRO	hauraus-raihnausoireyhtymä, jota luonnehtivat hitaus, lihasheikkous, vähäinen fyysinen aktiivisuus, tahaton painonlasku ja tarmon puute
IGF	Insuliininkaltaisten kasvutekijä (eng. Insulin like growth factors)
kcal	kilokalori
α-tokoferoliekvivalentti (α-TE)	1 mg α -tokoferolia
MMSE	Minimental State Examination – mittari on kognition eri osa-alueiden kartoittamiseksi käytetty 30 kysymyksen testi, joka on yleisesti käytössä perusterveydenhuollossa henkisen toimintakyvyn heikkenemistä ja dementiaa arvioitaessa
MNA -testi	Mini Nutritional Assessment on yli 65-vuotiaiden ravitsemustilan arviointiin kehitetty menetelmä. Menetelmään kuuluu haastattelu sekä antropometriset tutkimukset
mTOR	Nisäkkäissä esiintyvä rapamysiinin kohdemolekyyli (engl. mammalian target of rapamycin)
SPPB	Fyysisen toimintakyvyn mittaukseen kehitetty testipatteristo (engl. short physical performance battery)

TIIVISTELMÄ
TEKSTISSÄ KÄYTETYT LYHENTEET

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	5
2 Katsaus kirjallisuuteen	7
2.1 Ikääntyminen ja ravitseminen.....	7
2.1.1 Ikääntyneen ravinnonsaantiin vaikuttavia tekijöitä.....	9
2.1.2 Ikääntyneen ravitsemushoito.....	11
2.1.3 Energiantarve ikäännyttäessä.....	13
2.1.4 Proteiinin tarve ikääntyessä	14
2.1.5 Muiden ravintoaineiden tarve ikääntyessä	15
2.1.8 Vajaaravitsemuksen seuraukset.....	17
2.2 Ikääntyminen ja lihaskato.....	18
2.2.1 Lihaskadon määritelmiä	18
2.2.3 Sarkopenian fysiologiset mekanismit	19
2.2.3.1 Hormonitoiminnan muutokset ja sarkopenia	21
2.2.3.2 Tulehdus ja sarkopenia	23
2.2.3.3 Solukuolema ja sarkopenia	23
2.2.3.4 Proteiinisynteesiin vaikuttavat ravitsemukselliset mekanismit	24
2.2.4 Lihaskadon seuraukset.....	25
2.3 Ravinnon proteiini ja lihakset	27
2.3.1 Tutkimusnäyttö proteiinin annoksen ja ajoituksen merkityksestä.....	27
2.3.2 Tutkimusnäyttö proteiinipitoisista täydennysravintovalmisteista ikääntyneillä.....	28
2.3.2.1 Tutkimukset kotona asuvilla ikääntyneillä	29
2.3.2.2 Tutkimukset pitkäaikaishoidossa olevilla ikääntyneillä	30
2.4 Heraproteiini, kehonkoostumus ja toimintakyky	31
2.4.1 Heraproteiinin koostumus.....	31
2.4.2 Heraproteiini, lihasmassa ja kehonkoostumus	32
2.4.3 Tutkimusnäyttö heraproteiinin ja leusiinin vaikutuksesta kehonkoostumukseen sekä lihasmassaan- ja voimaan	34
2.4.3.1 Tutkimukset ikääntyneillä	34
2.4.3.2 Tutkimusnäyttö muista ihmiskokeista	37
2.4.3.3 Tutkimusnäyttö eläinkokeista.....	40
2.4.3.4 Yhteenveto heraproteiinin ja leusiinin vaikutuksista kehonkoostumukseen ja lihasmassaan	41
2.4.4 Heraproteiini ja kylläisyys	42
2.4.4.1 Tutkimusnäyttö ihmiskokeista	43
2.4.4.2 Yhteenveto heraproteiinin vaikutuksista kylläisyyteen	46
3 Tutkimuksen tavoitteet	47
4 Aineisto ja menetelmät	49
4.1 Tutkimushenkilöt.....	49
4.1.1 Tutkimushenkilöiden rekrytointi ja seulonta.....	49
4.2 Eettiset näkökohdat.....	51
4.3 Tutkimusasetelmat	52
4.4 Tutkimusvalmiste interventiossa.....	54
4.5 Menetelmät	56
4.5.1 Antropometriset mittaukset	56
4.5.1.1 Painon ja pituuden mittaaminen.....	56
4.5.2 Toimintakyvyn mittaukset	56
4.5.2.1 Kehonkoostumus	56
4.5.2.2 Lihasvoima	58
4.5.2.3 Fyysinen toimintakyky	59

4.5.3 Kognitio.....	60
4.5.4 Ruokapäiväkirjat.....	60
4.5.5 Ravitsemustilan arviointi	61
4.5.6 Tutkimusvalmisteen käytön arviointi: tutkimuspäiväkirjat.....	62
4.5.7 Koetut subjektiiviset hyödyt ja haitat	63
4.6 Aineiston hallinta ja käsittely	64
4.6.1 Tilastolliset menetelmät	64
4.6.1.1 Muuttujien normaalisuuden tarkastelu	64
4.6.1.2 Tilastolliset testit.....	65
5 Tulokset.....	66
5.1 Tutkimushenkilöt.....	66
5.2 Ravinnonsaanti tutkimuksen alussa	68
5.3 Energian ja ravintoaineiden saannin sekä toimintakykymittareiden yhteys.....	71
5.4 Tutkimuksen osallistumismyönteisyys eli komplianssi	73
5.5 Ravinnonsaannin muutokset intervention aikana	74
5.5.1 Ravinnonsaannin muutos ilman tutkimusvalmisteita	74
5.5.2 Ravinnonsaannin muutos tutkimusvalmisteiden kanssa	74
5.7 Koetut subjektiiviset hyödyt ja haitat	77
6 Tulosten pohdinta.....	79
6.1 Aineiston ja menetelmien luotettavuus	79
6.1.1 Tutkimushenkilöt	79
6.1.2 Tutkimusasetelmat	80
6.1.3 Tutkimusvalmiste.....	81
6.1.4 Lihaskadon mittaamenetelmät.....	83
6.1.6 MNA-testi	85
6.1.7 Ruokapäiväkirjatulokset.....	85
6.1.8 Tutkimuspäiväkirjat.....	88
6.2 Poikkileikkaustutkimuksen tulosten tarkastelu	91
6.3 Interventioasetelman ravinnonsaannin tulosten tarkastelu	95
6.4 Interventioasetelman tutkimusvalmisteen käytön tarkastelu.....	97
6.5 Tutkimushenkilöiden subjektiivisten kokemusten tarkastelu.....	100
7 Johtopäätökset	102
Lähteet.....	103

Liitteet

1 Johdanto

Suomen väestö on yksi Euroopan nopeimmin vanhenevista. Tilastokeskuksen (SVT 2009) mukaan yli 65-vuotiaiden määrä tulee kaksinkertaistumaan vuoteen 2060 mennessä, jolloin ikääntyneiden määrä väestöstämme on arviolta 29%, eli noin 1,79 miljoonaa (SVT 2009). Yli 85-vuotiaitakin olisi tuolloin seitsemän prosenttia nykyisen kahden prosentin sijaan (SVT 2009). Maailman mittakaavassa ikääntyneitä tulee olemaan noin 2 miljardia vuonna 2050 (Morley ym. 2008).

Ikääntyminen sinänsä ei heikennä elämänlaatua, sillä eliniän odotteen pidentymisen myötä on tullut lisää terveitä elinvuosia, eikä pidempään eläminen ole lisännyt sairauksien määrää. Vanhenemisen myötä elimistön eri kudoksissa tapahtuu kuitenkin monia muutoksia, jotka ovat monien geriatrinen ongelmien merkittäviä taustatekijöitä (Doherty ym. 2003, Cruz-Jentoft ym. 2010, Tilvis ym. 2010). Tukirankaa liikuttavien lihasten toiminnan heikentyminen ja erilaiset sairaudet rajoittavat liikuntakykyä ja heikentävät omatoimista selviytymistä sekä altistavat kaatumisille (Muscaritoli ym. 2010, Evans 2010). Kolmenkymmenen ikävuoden jälkeen lihasmassalla on taipumusta luontaisesti vähentyä. Vajaaravitseminen ja immobilisaatio nopeuttavat osittain luonnollista lihaskatoa eli sarkopeniaa, johon vaikuttavat muun muassa neuromuskulaariset muutokset sekä lihaksen hienorakennetta ja elimistön tulehdus- ja hormonitoimintoja säätelevät tekijät (Sayer ym. 2008, Cruz-Jentoft ym. 2010)

Ravitsemusongelmien riski kasvaa ikääntymisen myötä ja on yleisintä yli 75-vuotiailla. Ikääntyneiden keskeisimpiä ongelmia ovat usein liian vähäinen energiansaanti ja laihtuminen pikemminkin kuin ylipaino, joka taas on muun väestön merkittävä terveysriski. Yli 70-vuotiailla ylipaino ja jopa lievä lihavuus tietyissä sairauksissa saattavat suojata ennenaikaiselta kuolemalta (Suominen ym. 2005, Prättälä ym. 2007), vaikka toisaalta merkittävä ylipaino saattaa olla myös yhteydessä heikentyneeseen ravitsemustilaan, lihasvoimaan ja toimintakykyyn (Crogan ym. 2003, Flegal ym. 2007, Stenholm ym. 2008). Vajaaravitsemuksen takia heikentynyt toimintakyky lisää terveydenhoidon kustannuksia, joita voitaisiin vähentää myös sarkopeniaan vaikuttavien ravitsemuksellisten mekanismien laaja-alaisemmalla ymmärryksellä.

Ikääntymiseen liittyvien elimistön muutoksien vuoksi oman kehon hyvinvoinnin huomioiminen on entistä tärkeämpää (Wilsoy ym. 2002). Aikaisessa ikääntymisen vaiheessa aloitetut terveyttä edistävät toimenpiteet hidastavat vanhuuteen liittyvien sairauksien ilmaantumista (Pitkälä ym. 2005). Niillä

voidaan ehkäistä myös elimistön rapistumista sekä edesauttaa fyysisen aktiivisuuden säilymistä, ehkäistä kunnon heikentymistä ja vähentää kaatumis- ja kompastumisriskiä (Pitkälä ym. 2005). Lihaskadon ehkäisyyn sopivia menetelmiä on tutkittu melko vähän ja interventiotutkimuksia tarvitaan, jotta niiden vaikutuksia voidaan todentaa ja tätä kautta kehittää käytännön toimintamalleja.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sarkopenisten ja ei-sarkopenisten ikääntyneiden ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin proteiinipitoisen tutkimusvalmisteiden vaikutusta ravinnonsaantiin.

2 Katsaus kirjallisuuteen

2.1 Ikääntyminen ja ravitseminen

Ikääntyttäessä perusaineenvaihdunnan hidastumisen ja fyysisen aktiivisuuden vähentymisen myötä kehon energiantarve pienenee, vaikkakin ravintoaineiden tarve säilyy samana tai jopa lisääntyy (ADA Reports 2005, Rolland ym. 2008). Ikääntyessä myös nautittujen ruokien ja juomien määrät yleensä pienenevät, ja täten sekä energian että ravintoaineiden saanti vähenee (Drewnowski ym. 2001, Morley 2001). Heikentynyt syöminen aiheuttaa helposti tahatonta painonlaskua ja vajaaravitsemuksen kierrettä. Ravitsemustilan heikentyminen on yhteydessä muun muassa huonoon toimintakykyyn, Parkinsonin tautiin, muistisairauksiin, monilääkitykseen, nielemisvaikeuksiin, depression, aivohalvaukseen ja kuolleisuuteen (Suominen ym. 2005, Guigoz 2006, Milne ym. 2009).

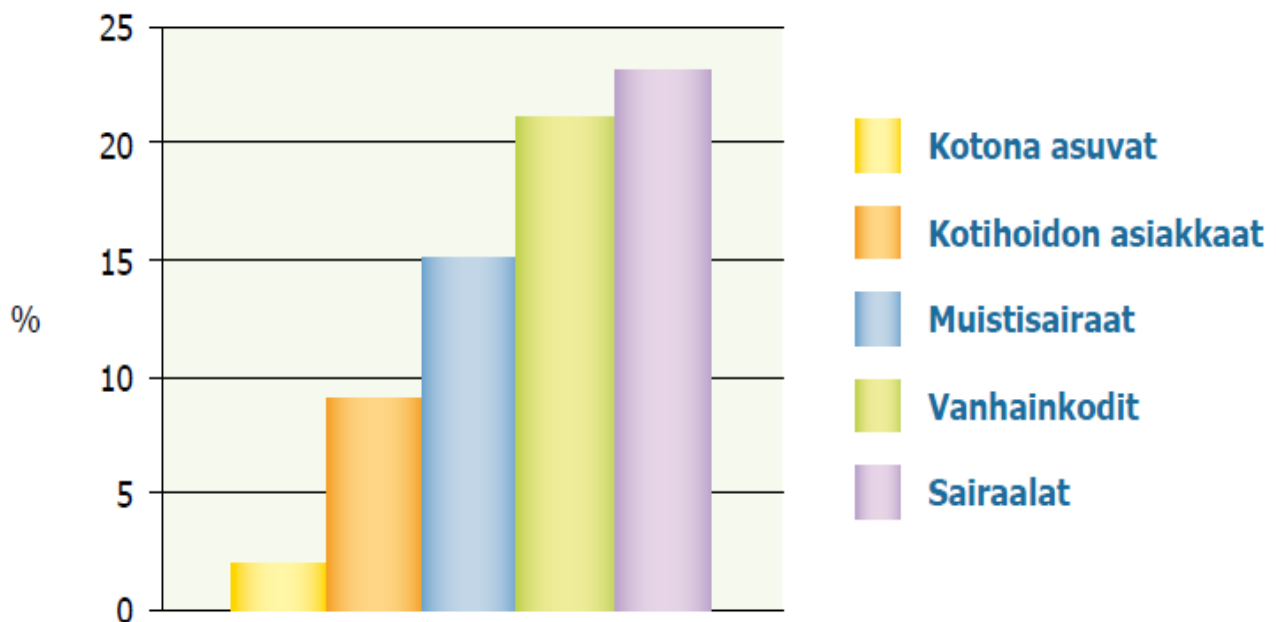
Ikääntyneiden ravitsemuksellisia tarpeita huomioidaan edelleen huonosti, vaikka vajaaravitsemuksen aiheuttamia terveysongelmia tunnetaan jo melko hyvin (ADA Reports 2005). Etenkin vähän syövät ikääntyneet tarvitsevat omat ravitsemussuosituksensa, joissa energiatiheän ruokavalion merkitys korostuu (Blumberg ym. 1997, Foote ym. 2000). Valtion ravitsemusneuvottelukunta julkaisi vuonna 2010 ensimmäiset ikääntyneille suunnatut ravitsemussuositukset, jotka antavat työkaluja paremman ravitsemuksen suunnitteluun ikääntyneille (kts. Suominen ym. 2010).

Kotona asuvilla alle 75-vuotiailla ravinnonsaanti on yleensä riittävällä tasolla hyvän ravitsemustilan ylläpitämiseksi, vaikkakin tiettyjen ravintoaineiden, kuten folaaatin ja ravintokuidun saanti jää usein ravitsemussuosituksia pienemmäksi (Korpela ym. 1999). Kotona asuvista yli 65-vuotiaista alle 10 %:lla esiintyy vajaaravitsemusta, mutta usein iän myötä ravinnonsaanti heikkenee (Pitkälä ym. 2005). Osalla ikääntyneistä sairaudet alkavat kasaantua 75 ikävuoden jälkeen ja useimmiten ravinnonsaanti ja ravitsemustila heikkenevät korkean iän ja sairastamisen takia (Soini ym. 2011, Vikstedt ym. 2011). Etenkin yli 80-vuotiailla vajaaravitseminen alkaa yleistyä huomattavasti (Wakimoto ym. 2001, Soini ym. 2011, Kuva 1).

Vanhustenkodeissa, palvelutaloissa ja pitkäaikaissairaanhoidossa asuvien ikääntyneiden ravinnonsaanti ja ravitsemustila on useimmin huono. Palvelutaloissa noin 13 %:lla (Soini ym. 2009, Kuva 1) ja vanhainkodeissa asuvista ikääntyneistä noin neljänneksellä on heikko ravitsemustila (Suominen ym. 2005, Kuva 1). Pitkäaikaissairaanhoidon potilaista jopa yli puolella on vajaaravitsemusta (Suominen 2009) ja ravinnonsaanti on usein vähäisintä ikääntyneimmässä, yli 85-

vuotiaiden ikäryhmässä. Ikääntyneiden naisten ravinnonsaanti on yleensä miehiä heikompaa (Suominen 2007, Vikstedt ym. 2011).

Huono ravitsemustila pidentää sairaalajaksoja sekä lisää hoitokotiasumista ja ikäihmisten kuolleisuutta merkittävästi (van Nes ym. 2001). Puutteita ikääntyneiden proteiinin, energian ja suojaravintoaineiden saannissa tunnistetaan kuitenkin edelleen huonosti (McWhirter ym. 1994, Kelly ym. 2000, Mowé ym. 2002). Vanhustenkodin olosuhteissa toteutetusta henkilökunnan ravitsemuskoulutuksesta on ollut selkeää hyötyä ikääntyneiden ravitsemustilan parantamisessa (Suominen ym. 2007b). Hyvän ravitsemuksen keinoin sairauksia voidaan ehkäistä tai hidastaa ja hyvä ravitsemustila edesauttaa sairaustiloista toipumista. Toimintakyvyn säilyttäminen taas helpottaa myös hyvän ravitsemustilan ylläpitämistä (Milne ym. 2009).



Kuva 1. Vajaaravitsemuksen yleisyys yli 65-vuotiailla ikääntyneillä. (Ravitsemussuositukset ikääntyneille, kts. Suominen ym. 2010)

2.1.1 Ikääntyneen ravinnonsaantiin vaikuttavia tekijöitä

Ikäännyttäessä ravitsemustilaan vaikuttavat monet ikääntymisen metaboliaan, fysiologiseen toimintakykyyn, ruokailutapoihin ja valintoihin liittyvät tekijät. Erilaiset ikääntyneiden ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa heikentävät tekijät johtavat vajaaravitsemukseen ja lopulta sairastumiseen (Kuva 2).

Ikääntyminen on yhteydessä elimistön syömistä säätelevissä järjestelmissä tapahtuviin muutoksiin (Rolls 1993). Muutokset ravinnonottoa säätelevien järjestelmien toiminnassa voivat vaikuttaa energiatasapainoon ja energiansaantiin. Mahalaukun tyhjeneminen hidastuu ikääntymisen myötä, mikä aiheuttaa muutoksia ruoansulatukseen (Tilvis 2010). Myös ruoan nieleminen hankaloituu, kun kurkunkansi ei suojaa henkitorven yläosaa yhtä tiiviisti kuin nuoremmilla (Tilvis 2010). Lisäksi ikääntyminen lisää kylläisyshormonien, kuten kolekystokiniinin aktiivisuutta, mikä nopeuttaa ravinnon aikaansaamaa kylläisyydentunnetta ja saattaa vähentää tätä kautta ravinnonottoa (Morley ym. 1988, Rolls ym. 1991).

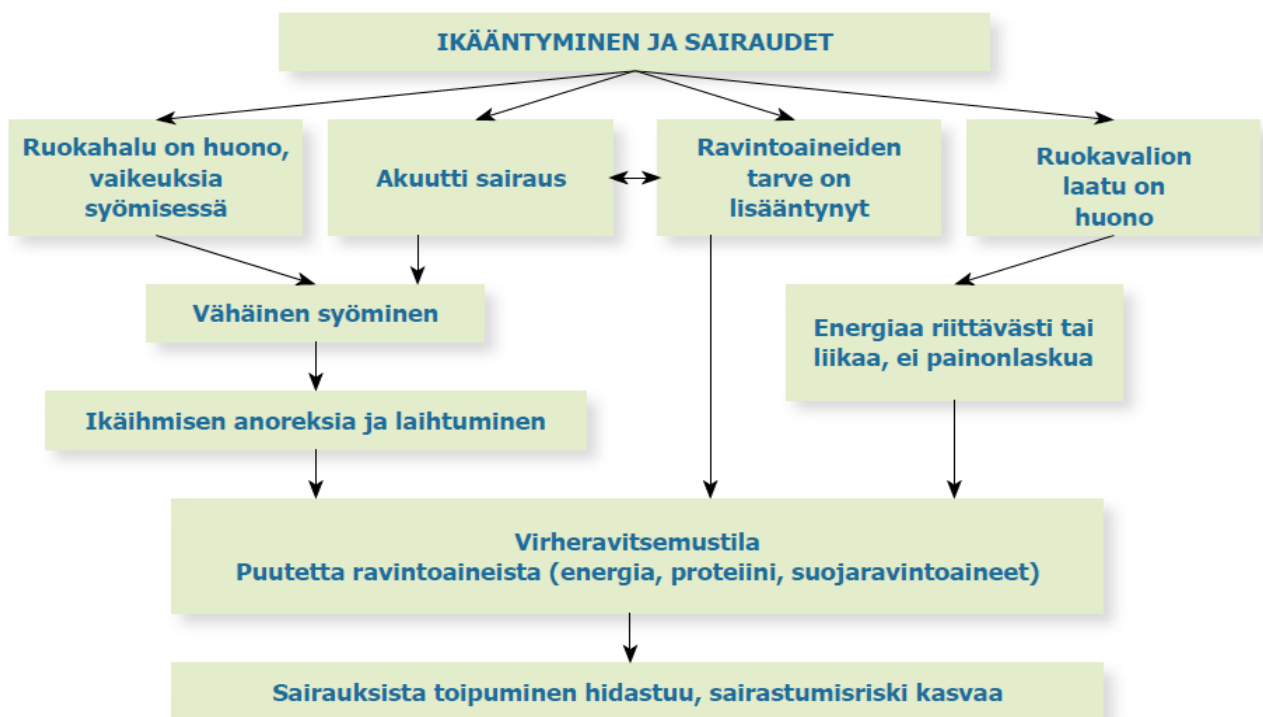
Ruokahalu saattaa heikentyä ikäännyttäessä, mikä voi osaltaan vaikuttaa ravinnonsaantiin (Drewnowski ym. 2001). Suurempi ruoka-aineiden valinnanvara ei välttämättä lisää ikääntyneen ruokahalua ja syömistä kuten nuoremmilla (Rolls 1999). Lisähaasteita ruokailutilanteisiin tuo mahdollisesti heikentynyt maku- ja hajuaisti, joita pidetään merkittävinä tekijöinä ruokahalun, näläntunteen ja ravinnonoton säätelyssä (Rolls 1999, De Jong ym. 1999), vaikkakaan aistien heikentyminen ei aina selitä puutteita ravitsemustilassa (Mattes ym. 1994, Tilvis 2010). Maun tunteuksien muutokset johtuvat muun muassa hampaiden kulumisesta, suusairauksista, pienentyneestä syljen erityksestä sekä heikentyneestä purentavoimasta. Heikentynyt purentavoima ja hampaiden huono kunto tuo omat haasteensa aterioiden suunnitteluun ja koostamiseen (Soini ym. 2009).

Fyysisten rajoitteiden lisäksi monet psyykkiset, sosiaaliset ja sosioekonomiset tekijät voivat aiheuttaa muutoksia elämään ja haasteita riittävän ravinnonsaannin ja ravitsemustilan ylläpitämiseen (Crogan ym. 2003, Romero-Ortuno ym. 2011). Yksinäisyydellä, syrjässä ja puutteellisella asumisella sekä arkielämän avun puuttumisella, heikolla taloudellisella tilanteella ja muilla henkilökohtaisilla syillä saattaa olla vaikutusta heikentyneeseen ravinnonsaantiin ja ravitsemustilaan (Hetherington ym. 1998, Vaarama ym. 2001, Hughes ym. 2004). Sosiaalisen tuen puute on yhdistetty heikompaan

ravitsemustilaan ja aktiivinen elämäntyyli auttaa säilyttämään toimintakykyä ja tätä kautta ylläpitämään ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa (Morley ym. 2010, Romero-Ortuno ym. 2011).

Yhdessä syöminen lisää ruokahalua ja syödyn ruoan määrää kaikenikäisillä, ja yksinäisyys taas yksipuolistaa ruokavaliota ja vähentää syömistä saatua iloa. Yksinelävillä ikääntyneillä voi olla harvemmin mahdollisuuksia syödä yhdessä perheen tai ystävien kanssa. (McAlpine ym. 2003, Hughes ym. 2004). Myös palvelutaloissa asuvilla hyvä ravitsemustila, yhteisruokailut ja syödyn ruoan määrät ovat olleet yhteydessä psyykkiseen hyvinvointiin (Muurinen ym. 2010). Kauniissa ympäristössä toteutetulla onnistuneella ruokailuympäristöllä voi olla suuri merkitys ravinnonsaannin ja ravitsemustilan lisäksi ikääntyneen elämänlaatuun (Nijs ym. 2006).

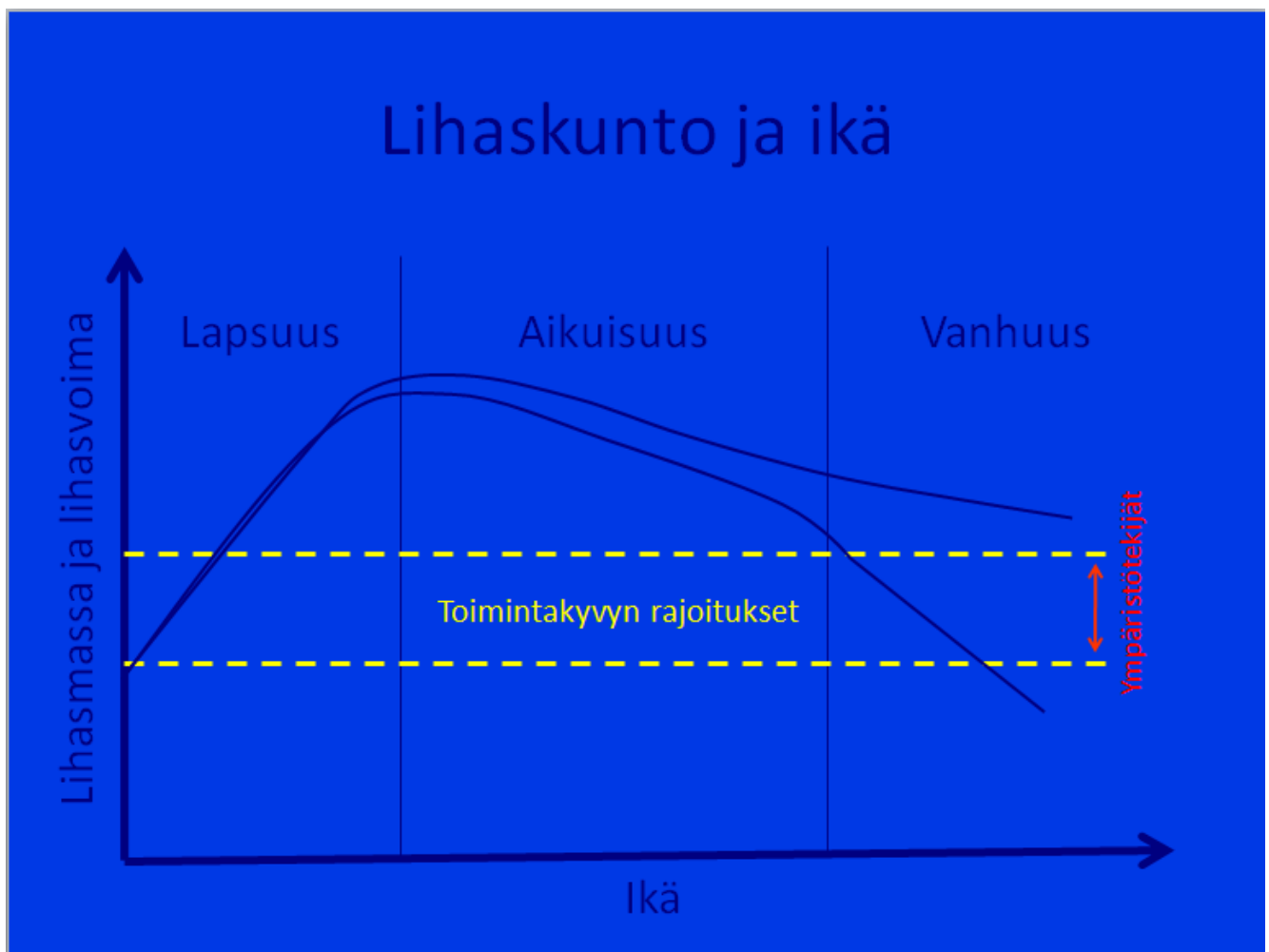
Lisäksi esimerkiksi läheisen kuoleman vuoksi yleiset alakuloisuuden ja masennuksen tuntemukset saattavat pienentää syödyn ruoan määrää tai laatua (Paquet ym. 2003). Ikääntyessä on tärkeää välttää kaikenlaisia rajoituksia ruokavaliossa, jotta syömisen rajoittaminen ei toisi lisäesteitä ravinnonsaantiin ja altistaisi ravintoaineiden puutokselle (ADA reports 2005). Pieniruokaisilla ikääntyneillä ruokavalion monipuolisuus ja laatu ovat erityisen tärkeässä roolissa hyvän ravitsemustilan ylläpitämiseksi (Rolls 1999).



Kuva 2. Ravitsemustilan heikentymiseen johtavia syitä ikääntyessä (Ravitsemussuositukset ikääntyneille, kts. Suominen ym. 2010)

2.1.2 Ikääntyneen ravitsemushoito

Lihasmassa ja -voima heikkenevät iän myötä ja aikuisiässä sekä vanhuudessa ympäristötekijöiden merkitys lihaskunnan ylläpidossa korostuu (Sayer ym. 2008). Biologiseen vanhenemiseen voidaan vaikuttaa ikääntymisen toimintakyvylle asettamista haasteista huolimatta, aktiivisen elämäntyylin ja terveellisten elintapojen avulla (Kuva 3). Fyysisen aktiivisuuden ja ravitsemuksen kautta voidaan muun muassa tehostaa luustolihasen toimintaa ja lihasproteiinisynteesiä sekä ehkäistä ja hoitaa erilaisia ikääntyessä yleistäviä sairauksia (Dirks ym. 2005, Nuutinen ym. 2010).



Kuva 3. Iän ja ympäristötekijöiden vaikutus toimintakykyyn (Sayer ym. 2008 mukaillen).

Ravitsemushoidossa ikääntyneen vajaaravitsemusta lähdetään korjaamaan ravitsemustilan ja ravinnonsaannin arvioinnin avulla (kts. Suominen ym. 2010). Varhainen vajaaravitsemuksen tunnistaminen ja hyvissä ajoin aloitetut ravitsemustilan korjaustoimet voivat estää ongelmien

pahenemisen ja toimintakyvyn merkittävän heikentymisen sekä pienentää sairaalajaksoja ja ikääntyneiden kokonaiskuoletta (Guigoz 2006, Milne ym. 2009). Ruokavalion perustan korjaaminen on lähtökohta kaikelle ravitsemushoidolle, eikä pelkillä täydennysravintovalmisteilla voida parantaa ikääntyneen vajaaravitsemusta (Fiatarone ym. 1994, Campbell ym. 1995, Welle ym. 1998, Carlsson ym. 2011, Jyväkorpi ym. 2012). Pitkäaikaiset sairaustilat ja lääkitys voivat lisätä ravintoaineiden tarvetta, vaikuttaa ruoansulatukseen, ravintoaineiden imeytymiseen tai niiden metaboliaan kehossa. Ravintoaineiden tarpeen suurentuessa myös täydennysravintovalmisteiden käyttö on perusteltua ja hyödyllistä (Lesourd 2006, Milne ym. 2009).

Ikääntyneen ravitsemushoidon tulee olla aina yksilöllistä, erilaisesta toimintakyvystä, ravitsemusongelmista, aineenvaihdunnasta ja makutottumuksista johtuen (Hickson ym. 2006). Samanikäisten ikääntyneiden toimintakyky voi olla hyvin erilainen, mikä tulisi ottaa huomioon ravitsemushoidon suunnitteluvaiheessa. Ikääntyneiden luokittelu ravitsemuksen ja terveyden arvioinnissa ikäryhmiin (Laitalainen ym. 2011) ei ole välttämättä paras tapa tulkita ikääntyneen kuntoa. Kunnan tarkastelu eri toimintakykyluokissa (Kuva 4) saattaa toimia ikäluokkajakoa paremmin ikääntyneiden ravitsemuksellisia tarpeita arvioitaessa (kts. Suominen ym. 2010).

Yksi ravitsemushoidon tavoitteista on pysäyttää terveydelle haitallinen painon putoaminen ja pyrkiä painon vakaana pitämiseen (kts. Suominen ym. 2010). Hoidon onnistumiseksi on tärkeää välttää turhia rajoitteita ruokavaliossa, sillä ruoka-aineiden tarpeeton rajoittaminen saattaa altistaa ravintoaineiden puutokselle ja huonolle ravitsemustilalle (ADA Reports 2005). Ruokavalion rajoitukset tuovat suurimpia haasteita etenkin palvelutalojen ja laitoshoidon huonompikuntoisten ikääntyneiden ateriointiin, joiden ruokailussa tärkeintä on ruokailutilanteen viihtyisyys ja ruoan miellyttävyys (ADA Reports 2005). Esimerkiksi niukan rasvan käytön vuoksi mauttomat ateriat voivat jäädä jopa syömättä, mikä saattaa johtaa pienentyneeseen ravinnonsaantiin ja painonlaskuun (Kamel ym. 2000). Tarvittaessa ravitsemustilaa voidaan korjata lisäämällä syötyyn ruokaan energiaa esimerkiksi kasvisöljypohjaisista öljyistä ja margariineista, proteiineja hyvistä proteiini-lähteistä ja täydennysravintovalmisteista ja muita tärkeitä ravintoaineita tarvittaessa vitamiini- ja kivennäisainevalmisteista (Suominen ym. 2007, Zizza ym. 2010).

Juuri proteiinin ja energian riittävä saanti on tärkeää vajaaravitsemuksen korjaamisessa (Campbell ym. 2001). Useimmissa hauraille ikääntyneille tehdyissä tutkimuksissa hyvin toteutettu ravitsemushoito on edistänyt energian- ja ravintoaineiden saantia ja parantanut ikääntyneiden ravitsemustilaa merkitsevästi

(Milne ym. 2009). Sairailla ikääntyneille ravitsemushoidosta on saatu hyötyjä ravinnonsaannin parantumisen lisäksi painoon ja fyysiseen toimintakykyyn (Milne ym. 2009, Beck ym. 2012). Proteiinipitoinen ruokavalio liikuntaharjoittelun rinnalla näyttäisi lisäävän kehon painoa ja ruokavaliosta saatavan kokonaisenergian määrää haurilla ikääntyneillä (Fiaratone ym. 1994, Campbell ym. 1995). Huonokuntoisilla ikääntyneillä sitoutuminen pitempiaikaiseen liikunta - ja ravitsemushoitoon voi olla haastavaa (Malafarina ym. 2012), jonka vuoksi suunniteltu ravitsemushoito ei saa olla myöskään liian kuormittavaa.



Kuva 4. Ikääntyneiden jaottelu viiteen ryhmään toimintakyvyn ja sairauksien perusteella (Suominen ym. 2010)

2.1.3 Energiantarve ikäännyttäessä

Ikäännyttäessä energiantarve laskee perusaineenvaihdunnan ja fyysisen aktiivisuuden pienentyessä (Milne ym. 2009). Energiansaanti vähenee 70-80 ikävuoden välillä keskimäärin noin 20 %:lla, mikä on merkittävä osuus päivittäisestä kokonaisenergiansaannista (Moreiras ym. 1996, de Groot ym. 1998). Suositeltu päivittäinen energiansaanti vaihtelee aktiivisuuden mukaan. Yli 75-vuotiailla vähän tai kohtuullisesti liikuntaa harrastavilla naisilla keskimääräinen päivittäinen energiantarve on 1700-1970

kcal (7.1 to 8.2 MJ) ja miehillä 2010-2300 kcal (8.4 to 9.6 MJ) välillä. Päivittäinen, vähintään 1500 kcal:n energiansaanti turvaa useimpien ravintoaineiden riittävän saannin (Schroll ym. 1996, Nordic Nutrition Recommendations 2004). Yksilöiden välinen vaihtelu energiankulutuksessa on kuitenkin melko suurta, minkä vuoksi energiantarve tulisi arvioida aina yksilöllisesti (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005). Finravinto 2007-tutkimuksen mukaan 65-74-vuotiaiden kotona asuvien ikääntyneiden miesten keskimääräinen energiansaanti on 1620 kcal ja naisten 1412 kcal (Paturi ym. 2008).

Suomalaisessa tutkimuksessa 48 % 60–84 vuotiaista palvelutalon asukkaista sai päivittäisistä aterioistaan liian vähän energiaa ja energiansaanti oli vähäisintä kaikista vanhimmissa (>84-vuotiailla) ikääntyneillä (Vikstedt ym. 2011). Laitoshoidossa asuvien ikääntyneiden ja pitkäaikaissairaanhoidon potilaiden energiansaanti on yleisesti kaikista ikääntyneistä heikoin (Eastwood et al, 2002) ja matala energiansaanti on yleensä yhteydessä riittämättömään suojaravintoaineiden saantiin (Ruiz-Lopez ym. 2003, Schmid ym. 2003, Wendland ym. 2003).

Alhainen energiansaanti on yhdistetty heikommaksi koettuun elämänlaatuun ja toimintakykyyn sekä pienempään painoindeksiin (Morley 2010). Pieni painoindeksi on suomalaisilla kotihoidon- ja vanhainkodin asukkailla ollut yhteydessä muun muassa vähäiseen syömiseen, nielemisvaikeuksiin ja toimintakyvyn heikentymiseen (Suominen ym. 2005). Pelkkä riittävä energiansaanti ei kuitenkaan takaa hyvää ravitsemustilaa, ja myös ruoan hyvään laatuun on kiinnitettävä huomiota. Myös ylipainoinen ikääntynyt voi saada riittämättömästi ravintoaineita ja kärsiä huonosta ravitsemustilasta siinä missä normaali- tai alipainoinen ikätoverinsa. Usein ylipainoiset ja vähän liikkuvat vanhukset ovat riskiryhmässä lihasvoiman ja toimintakyvyn heikkenemiselle (Stenholm ym. 2008).

2.1.4 Proteiinin tarve ikääntyessä

Ravitsemussuositusten mukaan ikääntyneiden proteiinin saanti tulisi normaalin solutoiminnan ylläpitämiseksi olla 1,0–1,2 g painokiloa kohti vuorokaudessa (kts. Suominen ym. 2010). Riittävä ruokavalion proteiinin saanti tehostaa lihasproteiinisynteesiä iästä riippumatta (Morley ym. 1997, Volpi ym. 2003, Paddon-Jones ym. 2006). Ikääntyneet saavat usein liian vähän proteiinia ravinnostaan, jolloin elimistön proteiinisynteesi häiriintyy (Paddon-Jones ym. 2006) ja elimistön puolustusvaste heikkenee (Lesourd 2006). Ravitsemussuositusten mukainen proteiinin saanti on ryhmätasolla esitettyä noin 10-15 % päivittäisestä kokonaisenergiansaannista. Tällainen arvio ei kuitenkaan näytä takaavan pieniruokaisten ja vähän kuluttavien ikääntyneiden riittävää proteiinin saantia (Suominen ym.

2004, Suominen ym. 2007).

Sairauksien ja lihaskuntoharjoittelun yhteydessä ravintoaineiden tarve saattaa suurentua ja jopa 1,5–2,0 g/kg/vrk proteiinin saannista voi olla hyötyä (Wolfe ym. 2008, Morley ym. 2010, Tieland ym. 2012). Arviolta 50 %:lla ikääntyneistä päivittäinen proteiinin saanti on pienempää kuin 1,14 g painokiloa kohti, ja 25 %:lla se jää alle RDA:n (Recommended Dietary Allowances) 0,8 g/kg/vrk terveille aikuisille tarkoitetun saantisuosituksen tai EFSA:n (Euroopan elintarviketurvallisuusviraston) suositteleman 0,83 g/kg/vrk proteiinin saannin (Jeong-Su ym. 2010). RDA:n suositusten mukaisen määrän proteiinia saavat ikääntyneet ovat ranskalaisen tutkimuksen mukaan yli 1,2 g/kg/vrk proteiinia saavia ikääntyneitä suuremmassa riskissä sairauksille (Rousset ym. 2003).

Keskimääräinen ikääntyneen päivittäinen proteiinin tarve on kehonpainosta riippuen noin 60–80 g vuorokaudessa. Finravinto 2007 – tutkimuksen mukaan ikääntyneiden päivittäinen proteiinin saanti oli kotona-asvuilla 65–84-vuotiailla naisilla keskimäärin 60 grammaa ja miehillä 67 grammaa (Paturi ym. 2008). Sen sijaan palvelutalossa asuvista yli 75-vuotiaista 47 % sai alle 60 g proteiinia vuorokaudessa (Vikstedt ym. 2011). Määrän lisäksi ikääntyneen tulisi kiinnittää huomiota nautitun proteiinin laatuun (Walrand ja Boirie 2005) ja huolehtia riittävästä energiansaannista, jottei lihaskudosten rakennusaineeksi tarkoitettua proteiinia käytetä energiantarpeen tyydyttämiseen (kts. Suominen ym. 2010).

2.1.5 Muiden ravintoaineiden tarve ikääntyessä

Proteiinin lisäksi muiden ravintoaineiden ja nesteen saanti saattaa olla heikkoa etenkin kaikista ikääntyneimpien ja toimintakyvyltään heikoimpien vanhusten keskuudessa (Suominen ym. 2004, Suominen ym. 2007, Vikstedt ym. 2011). Kotona asuvien 65–74-vuotiaiden ravintoaineiden saanti oli Finnravinto 1997 – ja 2007-tutkimusten mukaan keskimäärin hyvällä tasolla (Korpela ym. 1999 ja Paturi ym. 2008). Finnravinto 1997-tutkimuksen mukaan kuidun ja folaatin saanti jäi kuitenkin usein alle suositusten, mikä antoi perusteita kasvien, marjojen ja viljavalmisteiden lisäämiselle ruokavaliossa. Kyseisessä tutkimuksessa ravintoaineiden saantia tutkittiin myös eri koulutusluokissa. Korkeimmin kouluttautuneet nauttivat eniten kasvirasvoja ja kasviksia ja saivat muita tutkimushenkilöitä enemmän E- ja C-vitamiinia sekä folaattia. Kalsiumin saanti oli kansa- ja peruskoulun käynneillä miehillä korkeammin koulutettuja parempaa, runsaamman maidon ja piimän kulutuksen vuoksi. Samanlaista eroa ei kuitenkaan havaittu erilaisen koulutuksen saaneilla

tutkimukseen osallistuneilla naisilla. Finnravinto 2007 – tutkimuksessa ikääntyneiden folaatin ja D-vitamiinin saanti jäi alle suositusten (Paturi ym. 2008).

Palvelutalon asukkaille tehdyistä tutkimuksista on saatu käsitystä ravintoaineiden saannista hauraimmissa ikääntyneiden ryhmissä (Suominen ym. 2004, Suominen ym. 2007b, Vikstedt ym. 2011). Palvelutaloissa asuville tehdyssä tutkimuksessa kuidun, E-vitamiinin ja folaatin saannit olivat suurella osalla ikääntyneistä liian alhaiset (Vikstedt ym. 2011). Sen sijaan sekä miehet että naiset saivat kalsiumia keskimäärin ravitsemussuosituksen mukaisesti. Ravinnonsaannin tutkimuksia on toteutettu myös hoitokodeissa asuville muistisairaille naisille. Tutkimuksissa on nähty puutteita useiden ravintoaineiden, kuten C-vitamiinin, E-vitamiinin, D-vitamiinin, folaatin ja kuidun saannin kohdalla (Suominen ym. 2004, Suominen ym. 2007b).

Ikääntyneille ei ole laadittu D-vitamiinia lukuun ottamatta erillisiä suosituksia suojaravintoaineiden saannista (kts. Suominen ym. 2010). Kahdenkymmenen mikrogramman (μg) päivittäinen D-vitamiinin saanti on vähentänyt ikääntyneiden kaatumisia ja murtumia (Venning ym. 2005, Bischoff-Ferrari ym. 2009). D-vitamiini saattaa myös parantaa luuston mineraalitiheyttä sekä lihasten toimintaa (Pfeiffer ym. 2000, Trivedi ym. 2003, Bischoff-Ferrari ym. 2005, Bischoff-Ferrari ym. 2009). Yli 60-vuotiaille ikääntyneille suositellaan kahtakymmentä mikrogrammaa D-vitamiini ympärivuotisena vitamiinilisänä päivittäin (de Groot ym. 2004, kts. Suominen ym. 2010). Runsaasti D-vitamiinia ravinnostaan, esimerkiksi kalasta ja kalatuotteista saaville ikääntyneille saattaa riittää myös suositusta pienempi, esimerkiksi kymmenen mikrogramman D-vitamiinilisä. Turvallisena päivittäisenä D-vitamiinin saannin ylärajana pidetään 50 mikrogrammaa (kts. Suominen ym. 2010).

Nykyinen ikääntyneiden D-vitamiinin saanti vastaa kuitenkin huonosti laadittuja suosituksia (Suominen ym. 2007b ja Vikstedt ym. 2011). Keskimääräinen palvelutaloasukkaiden iästä riippumaton D-vitamiinin saanti ravinnosta oli naisilla $6,6 \mu\text{g} / \text{vrk}$ ja miehillä $7,5 \mu\text{g} / \text{vrk}$. Ravinnon ja D-vitamiinivalmisteiden yhteenlaskettu saanti oli naisilla $14,1 \mu\text{g} / \text{vrk}$ ja miehillä $13,4 \mu\text{g} / \text{vuorokausi}$ (Vikstedt ym. 2011). Vanhainkodeissa joka kolmas sai pienen annoksen D-vitamiinilisää ja vain viidesosa nautti D-vitamiinia 10 mikrogrammaa tai sitä suuremman D-vitamiinilisän päivittäin (Suominen ym. 2007b).

2.1.8 Vajaaravitsemuksen seuraukset

Ikääntyneiden vajaaravitsemusta tunnistetaan edelleen huonosti. Ikääntyneillä verrattain yleisen vajaan ja aliravitsemuksen tunnistamista pidetään edelleen haasteellisena ja pitkäaikaissairaanhoidonkin hoitajat havaitsevat vain noin neljänneksen vajaaravitsemustapauksista (Korpela ym. 1999, Suominen ym. 2007a). Ilman ajoissa aloitettuja ravitsemustilan korjaustoimia vanhusten onnettomuus- ja sairausalttius lisääntyy ja kaatumiset, lonkkamurtumat, lihaskato, painehaavaumat, aivohalvaus, muistisairaudet sekä masennus yleistyvät (Milne ym. 2009, Morley ym. 2010). Myös sairauksista toipuminen hidastuu, ja riski erilaisille tulehduksille lisääntyy (Lesourd 2006). Vajaaravitsemuksesta aiheutuva kokonaisvaltainen terveyshaikka aiheuttaa pahimmillaan ikäihmisen anoreksiaa ja lisää kuolleisuutta (Horwitz ym. 2002, Crogan ym. 2003, Morley ym. 2010).

Lisääntynyt sairastavuus kasvattaa sairaanhoidon tarvetta ja terveydenhuollon kustannuksia. Vajaaravitsemuksen aiheuttamia kustannuksia ei ole toistaiseksi tutkittu Suomessa, mutta vuositasen arviolaskelmia on jo tehty esimerkiksi Ruotsissa ja Tanskassa. Ruotsissa virheravitsemuksen aiheuttamat kustannukset ovat sairaalan akuuttihoitossa arviolta 84 miljoonaa euroa ja pitkäaikaishoitolaitoksissa 67 miljoonaa euroa (Beck ym. 2002, Committee of Ministers, Council of Europe 2003). Tanskalaisen arvion mukaan ravitsemushoidosta hyötyisi 100 000 potilasta, joiden hoitoaika lyhenisi merkittävästi ja säästöjä tulisi noin 67 miljoonaa euroa vuodessa (Beck ym. 2002, Committee of Ministers, Council of Europe 2003).

2.2 Ikääntyminen ja lihaskato

2.2.1 Lihaskadon määritelmiä

Sarkopenia termi tulee Kreikan sanoista sarx, joka tarkoittaa pehmytkudosta ja penia, joka tarkoittaa menetystä. Alun perin sanaa käytettiin kuvaamaan ikääntymiseen liittyvää lihasmassan menetystä (Rosenberg 1989, Rosenberg 1997). Myöhemmin todettiin, ettei lihaksen toiminnallisia ominaisuuksia voida selittää pelkästään lihasmassan avulla (Morley ym. 2001), eikä lihasvoima johdu pelkästään lihasmassasta (Janssen ym. 2004, Goodpaster ym. 2006). Sekä lihasmassa että lihasvoima pienentyvät ikääntymisen myötä, mutta lihasvoima pienentyy voimakkaammin kuin lihasmassaa arvioimalla voisi olettaa (Goodpaster ym. 2006). Lihasvoiman nopeampaa heikkenemistä selittävät ikääntymisen aiheuttamat muutokset lihasten koostumuksessa, muun muassa lihassäikeiden koon ja lukumäärän pieneneminen, lihassupistuksen heikkeneminen, lihasten rasvoittuminen, lihasten kollageenin määrän lisääntyminen ja muutokset lihasten motorisessa keskuksessa (Delbono 2003).

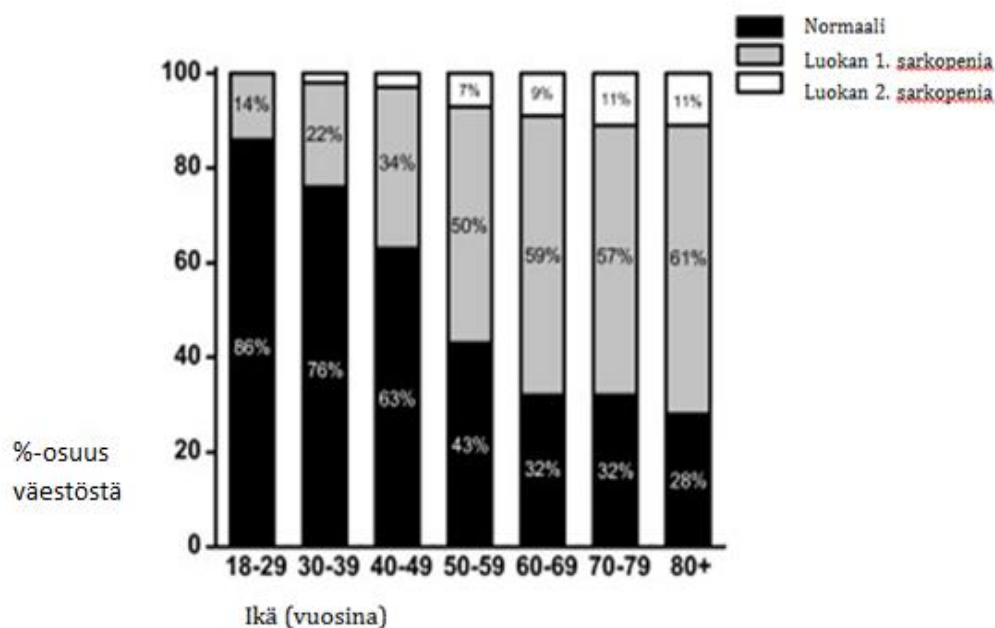
Taulukko.1 Sarkopenian diagnostiset kriteerit

Pituuteen suhteutettu lihasmassa vähintään 2 SD alle nuorten terveiden aikuisten	
Alhainen puristusvoima (miehet < 30kg, naiset < 20kg)	Tavanomainen kävelynopeus < 0,8 m/s

Lihasmassa yksinään kuvaakin huonosti fyysistä kuntoa, ja sen sijaan ikään liittyvät muutokset lihaskudoksen rakenteessa ovat mielenkiintoisia niiden toiminnallisten seurauksien vuoksi (Laurentani ym. 2003, Visser ym. 2005). Sarkopeniaa voidaan pitää geriatrisena oireyhtymänä, johon liittyy usein useita muita ikääntyessä yleistyviä sairauksia. Sarkopenia termin rinnalla saatetaan käyttää dynapeniaa, jolla tarkoitetaan lihasvoiman vähentymistä lihasmassasta riippumattomana ilmiönä (Clark ym. 2010), ja sarkopeenistä obesiteettia, johon liittyy myös lihaskudoksen rasvoittumista (Stenholm ym. 2008). Eurooppalaisen sarkopenian työryhmän (The European Working Group on Sarcopenia in Older people, EWGSOP) mukaan vuonna 2010 laadittujen sarkopenian diagnostisten kriteerien (Taulukko 1) tulee mitata sekä lihasmassaa että -voimaa (Cruz Jentoft ym. 2010). Sarkopenia voidaan myös jakaa vaikeusasteittain EWGSOP:n määritelmän mukaan pre-sarkopeniaan, sarkopeniaan ja vaikeaan sarkopeniaan. Pre-sarkopeniassa lihasmassa on heikko, vaikka lihasvoima on säilynyt ennallaan ja sarkopeniassa lihasmassa ja lihasvoima tai fyysinen toimintakyky ovat

heikentyneet. Vaikeassa sarkopeniassa kaikki kolme kriteeriä, heikko lihasmassa ja -voima sekä huono fyysinen toimintakyky täyttyvät. Sarkopenian asteen tunnistaminen helpottaa oikean hoidon valintaa ja hoitotavoitteiden asettamista (Cruz-Jentoft 2010).

Kahdenkymmenen ja kahdeksankymmenen ikävuoden välillä luurankoli hasten volyymistä ja voimasta menetetään noin 15–42 % (Doherty ym. 2003) ja hävikki voi nousta puoleen 90-vuotiaita tarkasteltaessa (Baumgartner ym. 1999, Goodpaster ym. 2006). Sarkopenia vaikuttaa tällä hetkellä yli 50 miljoonaan ja 40 vuoden päästä 200 miljoonaan ihmiseen (Suominen ym. 2005, Rolland ym. 2008, WHO 2009). Naisilla on miehiä suurempi sarkopeniariski, miehiä pienemmän lihasmassan ja voimakkaampien hormonimuutosten vuoksi (Janssen ym. 2002, Kuva 5).

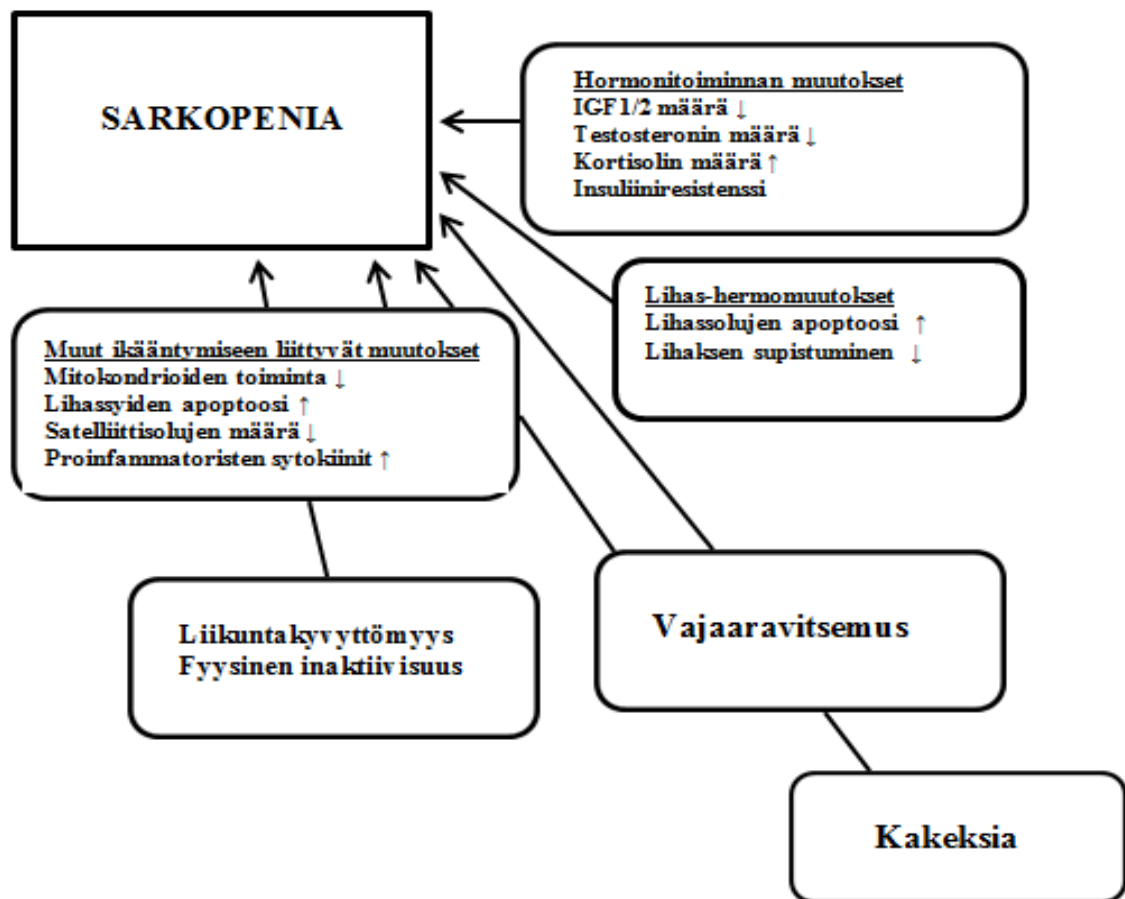


Kuva 5. Sarkopenian yleisyys ikäluokittain naisilla (Janssen ym. 2002 mukailten)

2.2.3 Sarkopenian fysiologiset mekanismit

Yli 60-vuotiailla tapahtuu noin 30 % vähemmän proteiinisynteesiä nuoriin 20–30-vuotiaisiin verrattuna (Welle ym. 1993, Balapogal 2001), vaikkakaan proteiinisynteesin ja hajoamisen nopeudessa ei tapahdu merkittäviä muutoksia ikäännyttäessä (Volpi ym. 2001). Ikääntymisen seurauksena

tapahtuvat elimistön fysiologiset muutokset voivat heikentää proteiinisynteesiä, mutta niillä voi olla myös suoria vaikutuksia lihasten toiminnallisuuteen, kehonkoostumukseen ja energia-aineenvaihduntaan (Carmeli ym. 2002, Boirie ym. 2009). Sarkopenian fysiologisia syitä ovat muun muassa ikääntymisen seurauksena tapahtuvat muutokset elimistössä, kuten sukupuoli- ja kasvuhormonien sekä insuliinin kaltaisten kasvutekijöiden pitoisuuksien pienentyminen, liikehermojen ja lihasten motoristen yksikköjen määrän vähentyminen, lihasten apoptoottisten mekanismien kiihtyminen ja mitokondrioiden toimintojen heikentyminen (Doherty ym. 2003, Cruz-Jentoft ym. 2010, Kuva 6). Sarkopenia on usein monen osatekijän summa, jonka vuoksi sitä tulisi tarkastella monitahoisena geriatrisena syndroomana. Olennaista sarkopenian ennaltaehkäisyä ja hoidon kannalta on ymmärtää, mihin tekijöihin voidaan vaikuttaa ja mitkä sen sijaan ovat osa luonnollista ikääntymistä (Cruz-Jentoft ym. 2010). Fysiologisen rappeutumisen mekanismeihin vaikuttaminen solutasolla on monimutkaista ja lääke- tai hormonihoidolla on aina omat sivuvaikutuksensa. Kliinisen hoitotyön kannalta voi olla järkevintä keskittyä liikunnan ja ravitsemuksen mahdollisuuksiin sarkopenian ennaltaehkäisyssä ja hoidossa.



Kuva 6. Sarkopenian fysiologisia mekanismeja (Deschenes ym. 2004 ja Cruz-Jentoft ym. 2010 mukaillen) IGF1/2=Insuliininkaltaiset kasvutekijät 1 ja 2

2.2.3.1 Hormonitoiminnan muutokset ja sarkopenia

Ikääntyminen muuttaa lihasten metaboliaan vaikuttavien hormonien, kuten insuliininkaltaisten kasvutekijöiden (eng. Insulin like growth factors, IGF), kortikosteroidin, androgeenin, testosteronin ja insuliinin tuotantoa ja herkkyyttä. IGF1/IGF2:n ja testosteronin pitoisuuksien pieneneminen sekä

kortisolin liikaeritys aiheuttavat muutoksia kehonkoostumuksessa: viskeraalisen rasvan määrää lisääntyy ja rasvattoman massan osuus sekä luuston mineraalitiheys pienenee (Zadik ym. 1985, Rudman ym. 1990, Papadakis ym. 1996). Kehonkoostumuksen muutokset heikentävät lihasmassaa ja luuston lujuutta, mikä lisää alttiutta kaatumisille ja murtumille (Boirie ym. 2009). Lihaksessa olevaa IGF-1:n muotoa kutsutaan myös nimellä mekalomaaninen kasvutekijä (engl. mechano growth factor, MGF) (Goldspink ym. 2004). MGF:n määrä pienenee ikäännyttäessä, jolloin sen vaikutukset lihassolujen uudismuodostukseen niin sanottujen satelliittisolujen kautta heikentyvät (Deschenes 2004).

Insuliini vaikuttaa elimistössä kasvuhormonin tavoin ja sillä on tärkeä merkitys paitsi glukoosimetaboliassa, myös lipidi- ja proteiiniaineenvaihdunnassa (Koivisto ym. 1992, Koivisto ym. 2000). Lihaksissa valtaosa sokerista varastoituu glykokeenina ja osa käytetään energianlähteenä. Glykokeenin muodostusta säätelee glykokeenisyntetaasi-entsyymi (GS), joka aktivoituu insuliinin vaikutuksesta (Shalin-Jäntti 1996). Insuliinin vaikutus lihaksessa kulkee mTOR-signaalireitin kautta (engl. mammalian target of rapamycin). mTOR on solujen kasvua ja kehitystä elimistön energiatilan perusteella säätelevä kinaasi, joka aktivoi proteiinisynteesissä tärkeitä translaation aloitustekijää (engl. eukaryotic initiation factor 4E, eIF4E) ja S6 – ribosomaalista proteiinia (Cota ym. 2006). Insuliinin on todettu myös inhiboivan maksassa sukupuolihormonia sitovaa globuliinia (engl. sex hormone binding globulin, SHBG) ja IGF-1:ä sitovaa proteiinia, jolloin aktiivinen, vapaa testosteroni ja IGF-1 lisääntyvät (Cataldo 1997).

Ikäännyttäessä solunsisäisen rasvan osuus kasvaa ja terveilläkin henkilöillä lihasten herkkyys insuliinille voi heikentyä (Shalin-Jäntti 1996). Insuliiniresistenssissä insuliinilla ei ole normaalia biologista vastetta kohde-elimissään, jolloin esimerkiksi lihaksessa glukoosin käyttö lihasglykokeeniksi vähenee (Laakso 1995) ja aminohappojen vaikutus lihassolun kasvua säätelevään anaboliseen mTOR signaalireittiin häiriintyy (Rasmussen ym. 2006). Myös lihasglykokeenin pilkkominen energiaksi heikkenee, ja elimistö käyttää glukoosin sijasta lihaksille tärkeitä aminohappoja energiakseen (Carmeli ym. 2002). Insuliinin vaikutukset proteiinisynteesiin voivat välittyä myös epäsuorasti insuliinin säätelemien muiden hormonien ja kasvutekijöiden kuten IGF-1:n ja testosteronin kautta (Fryburg ym. 1995, Meek ym. 1998). Ikääntyminen voi lisäksi heikentää insuliinin verisuonia laajentavia vaikutuksia, jolloin ravintoaineiden, kuten aminohappojen kuljetus lihakseen ja proteiinisynteesi lihaksessa vähenevät (Rasmussen ym. 2006).

2.2.3.2 Tulehdus ja sarkopenia

Proinfammatoristen sytokiinien, kuten interleukiini-6 (IL-6), interleukiini-1 (IL1) ja tuumorinekroositekijä alfa (TNF) pitoisuudet suurentuvat ikääntyessä (Walrand ym. 2003), kiihdyttäen lihasproteiinien hajoamista (Deschenes ym. 2004) ja vähentäen proteiinisynteesiä (Lang ym. 2002). Sytokiinit aktivoivat useita proteiinin hajottamista lisääviä proteolyyttisiä entsyymejä, kuten seriini – ja treoniinikinaaseja. Lisäksi etenkin TNF saattaa vaikuttaa proteiinimetaboliaan inhiboimalla insuliinin aktivoitumista (Biolo ym. 1995, Guillet ym. 2004). Lisääntyneiden tulehdustekijöiden pitoisuudet kuvaavat elimistön tulehdustilaa, joka on yhdistetty sarkopeniaan, osteoporoosiin, ateroskleroosiin, heikentyneeseen immuunitoimintaan ja insuliiniresistenssiin (Boirie 2009). Ikääntyessä lisääntyvä rasvakudoksen määrä saattaa altistaa elimistön matala-asteiselle tulehdukselle. Jatkuva kytevä matala-asteinen tulehdus on elimistölle vaarallinen ja myös sepelvaltimotaudin riskitekijä (Takechi ym. 2010, Calder ym. 2011). Matala-asteinen tulehdus on yhdistetty insuliinin signaloinnin häiriintymiseen, jolla on vaikutusta proteiinisynteesiin (Luca ja Olefsky ym. 2008).

2.2.3.3 Solukuolema ja sarkopenia

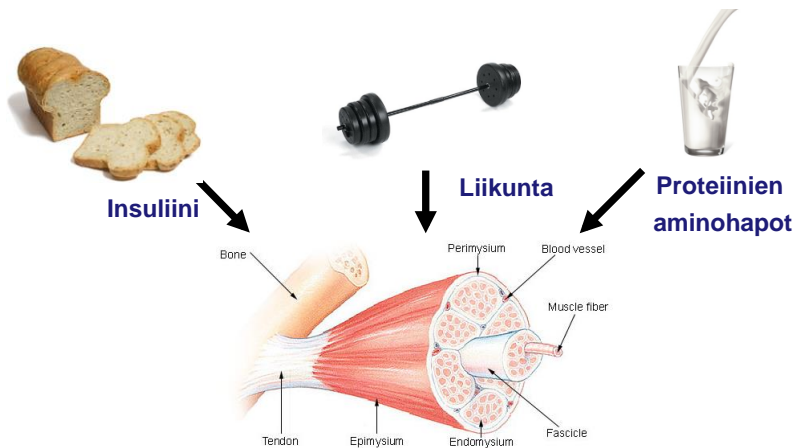
Normaaliin ikääntymiseen kuuluva lihassolujen surkastuminen ja kuolema nopeuttavat sarkopenian etenemistä. Ihminen on menettänyt 30–40 % lihassyistään 80-ikävuoteen tultaessa, minkä arvioidaan ainakin osittain johtuvan solukuolemasta eli apoptoosista. Ikääntyminen aiheuttaa toimintahäiriöitä solun energiatehtaisiin, mitokondrioihin ja painetta sarkoplasmakalvoston eli lihassolun solulimakalvoston toimintaan, mikä voi stimuloida apoptoosin käynnistymistä (Deschenes 2004). Mitokondrioiden toiminnan ja niiden entsyymien aktiivisuuden heikkeneminen vaikuttaa etenkin korkeaenergisestä ATP:n muodostukseen. Riittämätön ATP:n muodostus heikentää proteiinisynteesiä. Mitokondrioiden toiminnallinen muutos ilmenee muun muassa sitruunahappokierron (Krebsin syklin) entsyymien aktiivisuuden ja korkeaenergistien molekyylien määrän vähenemisenä (Dirks ym. 2005). Myös lihassolun supistuskky heikkenee ikäännyttäessä johtuen lihassolujen ionipitoisuuksien ja ioninvaihtomekanismien muutoksista. Muutokset heikentävät elimistön kalsiumvarastojen ylläpitoa lihassolussa ja lihaksen supistumiseen tarvittavan varastoidun kalsiumin vapauttamista (Carmeli ym. 2002).

2.2.3.4 Proteiinisynteesiin vaikuttavat ravitsemukselliset mekanismit

Lihaskudoksen proteiinien ylläpitäminen on tärkeää muun muassa glukoosin aineenvaihdunnan sekä proteiinien ja aminohappojen varastoinnin takia, joilla on merkittävä rooli esimerkiksi vasta-aineiden ja valkosolujen tuottamisessa sairastumisen yhteydessä. Kroonisesti sairaalla potilaalla jo 40 %:n proteiinivarastojen vähentyminen voi johtaa menehtymiseen (Kotler ym. 1989). Proteiinisynteesin stimulointiin tarvitaan tiettyjä aminohappoja, ja vain niiden säännöllisestä nauttimisesta on hyötyä (Kandarian ym. 2006). Ravinnon aminohapot aikaansaavat transkriptionaalisia ja translaationaalisia kasvusignaaleja lihaksessa (Kandarian ym. 2006). Aminohapot stimuloivat proteiinisynteesiä lisäämällä solun kasvua säätelevien translaationaalisia signaaleja välittävien proteiinien, kuten mTOR:n ja ribosomaalisen S6 kinaasin (p70 S6 kinaasi) lähetti-RNA:n translaatiota. mTOR pitoisuuksien on todettu olevan ikääntyneillä pienempiä kuin 50 % nuoremmilla, ja mTOR aktiivisuus ei lisäännä ilman riittävää ravinnon aminohappojen stimulaatiota (Dangin ym. 2003).

Haaraketjuisten aminohappojen (branched-chain amino acids BCAA) ja eritoten leusiinin on osoitettu aktivoivan translaatiota myös suoraan proteiinisynteesiä säätelevien tekijöiden faktori 4E:n -ja 2:n kautta solunsisäisiä signaaliproteiineja, kuten mTOR-kinaasia aktivoiden (Hara ym. 1998, Wang ym. 1998 Katsanos ym. 2006, Stipanuk 2007 Layman 2010). Haaraketjuiset aminohapot aktivoivat lisäksi insuliinia ja tehostavat täten proteiinisynteesiä (Donato ym. 2006, Sun ym. 2007, Zhang ym. 2007). Haaraketjuisten aminohappojen saanti ravinnosta kuvastaa myös niiden pitoisuutta lihaksessa, sillä muiden aminohappojen tavoin niille ei ole pilkkojaentsyymiä maksassa ja ne siirtyvät suoraan verenkiertoon (Devkota ym. 2010). Haaraketjuisten aminohappojen saantia tulee tehostaa ikääntyttäessä lihaksiin vaikuttavien ravitsemuksellisten mekanismien optimoinniksi. Haaraketjuisten aminohappojen ja insuliinin aktivoitumisen lisäksi liikunnalla on tärkeä merkitys lihasten kasvussa ja ylläpidossa (Kuva 7).

Lihaskadon etenemiseen vaikuttaa sekä riittämätön ravinnonsaanti että lihasten heikentynyt ravintoaineiden hyväksikäyttö (Short ym. 2000) Ikääntymiseen liittyvät hormonaaliset ja tulehdukselliset muutokset saattavat huonontaa lihaskudoksen kykyä vastata ympäristön anabolisiin stimuluksiin. Sarkopenian kannalta olisi tärkeää vaikuttaa näihin ympäristötekijöihin ehkäisemällä immobilisaatiota ja vajaaravitsemusta (Pitkälä ym. 2000).



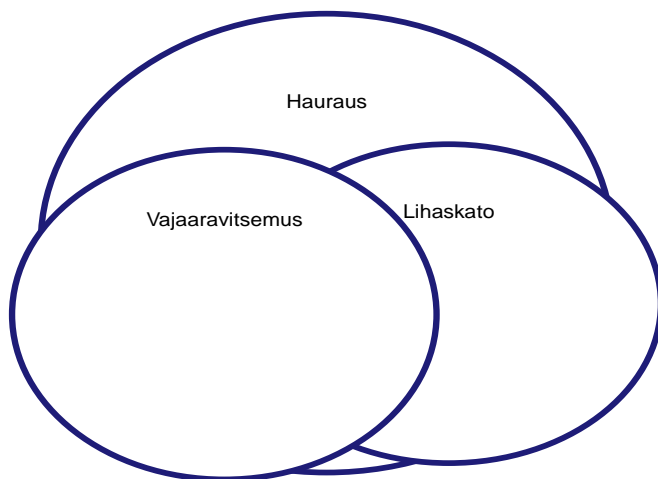
Kuva 7. Lihasten kasvuun ja ylläpitoon vaikuttavat tekijät (Björkman M. antamaan suulliseen tietoon pohjautuen)

2.2.4 Lihaskadon seuraukset

Sarkopeninen lihasmassan ja lihaksen toiminnallisuuden heikentyminen sekä rasvamassan lisääntyminen aiheuttavat haurautta ja luuston heikkenemistä sekä kaatumisia ja lihasmurtumia (Cruz-Jentoft ym. 2010). Sarkopenia ja aliravitsemus, ateroskleroosi sekä kognitiivinen heikentyminen altistavat yhdessä vanhuuden hauraus-raihnausoireyhtymälle (HRO, ”frailty”) (Strandberg ym. 2006). Oireyhtymää luonnehtivat hitaus, lihasheikkous, vähäinen fyysinen aktiivisuus, tahaton painonlasku ja tarmon puute (Strandberg ym. 2006, Abellan ym. 2008, Karunanathan ym. 2009). HRO todetaan noin 10 %:lla kotona asuvista keski- ja pohjoiseurooppalaisista ikääntyneistä (Santos-Eggimann ym. 2009). HRO voi johtaa lopulta kakeksiaan, joka on yleensä johonkin sairauteen liittyvä, sytokiinivälitteinen katabolinen tila. Kakeksiassa elimistön rasvakudos on pientynyt ja lihaskudoksen proteiineja kulutetaan energianlähteeksi (Morley ym. 2009, Evans ym. 2010, Muscalitori ym. 2010).

Myös kuihtuminen on sarkopeniaan liittyvä kompleksinen metabolinen syndroomana, jolle on tyypillistä lihasten surkastuminen, inflammaatio, insuliiniresistenssi ja anoreksia (Evans ym. 2008, Durham ym. 2009, Morley ym. 2009). Kuihtumiseen ja anoreksiaan liittyvä hauraus johtaa elimistön fysiologisten järjestelmien heikentymiseen. Haurastuminen heikentää stressin sietokykyä, lisää sairastumis- ja kaatumisriskiä, tahatonta laihtumista, sairauspäiviä, hoidontarvetta ja kuolleisuutta (Cruz-Jentoft ym. 2010, Muscaritoli ym. 2010, Evans 2010). Kehon painosta riippumatta hauras

ikääntynyt on usein myös sarkopeninen ja vajaaravittu tai vajaaravitsemuksen riskissä oleva (Fried ym. 2001, Bauer ym. 2008, Stenholm ym. 2008, Kuva 8) ja myös lihavalla ihmisellä voi olla lihaskato. Sarkopenisessa lihavuudessa lihasmassa - ja voima heikkenevät riippumatta kehon painosta (Prado ym. 2008). Epätasapaino lihavuuden ja lihasvoiman välillä on yhteydessä negatiivisiin terveysvaikutuksiin ikääntyessä (Hughes ym. 2004, Song ym. 2004, Goodpaster ym. 2006).



Kuva 8. Hauraus, vajaaravitsemus ja lihaskato liittyvät toisiinsa

Sarkopenia ja siihen liittyvät sairaudet ja oireet johtavat helposti uupumiseen, ravitsemustilan heikkenemiseen ja lopulta virheravitsemukseen sekä toimintakyvyn etenevään heikkenemiseen (Fried ym. 2001). Sarkopenian aiheuttamilla terveysongelmilla on merkittävä vaikutus arkitoimintoihin ja itsenäiseen selviytymiseen (Laurentani ym. 2003, Cawthon ym. 2007, Rolland ym. 2008). Sarkopenian vaikutus on kauaskantoinen ja sen seuraukset ovat mitattavissa sairastavuuden, työkyvyttömyyden ja kuolleisuuden lisäksi korkeina terveydenhuollon kustannuksina (Janssen ym. 2004, Sayer ym. 2005, Gale ym. 2007,).

2.3 Ravinnon proteiini ja lihakset

2.3.1 Tutkimusnäyttö proteiinin annoksen ja ajoituksen merkityksestä

Aminohapposignaalin heikentyminen ja tästä johtuvat muutokset soluaineenvaihdunnassa saattavat osaltaan selittää ikääntyneiden suurentunutta proteiinintarvetta (Cuthbertson ym. 2004). Nuorempiin verrattuna ikääntyneillä pienempi osa aminohappoannoksesta näyttää siirtyvän lihassolujen käytettäväksi ja sen sijaan merkittävä määrä nautituista aminohapoista kulkee ruoansulatuskanavan ja vatsaontelon kudosten käyttöön (Boirie ym. 1997, Volpi ym. 1999). Aminohapposeos ei myöskään näytä ikääntyneillä lisäävän insuliinin eritystä yhtä paljon kuin nuoremmilla, ja vain riittävällä noin 15 gramman aminohappomäärällä on merkitystä insuliinin eritykseen (Paddon-Jones ym. 2004).

Ravinnosta saadut aminohapot voivat lisätä aterian jälkeistä proteiinisynteesiä jopa 80 % ja välttämättömiä aminohappoja sisältävä seos stimuloi lihasproteiinisynteesiä ainakin lyhytaikaisesti sekä nuorilla että iäkkäämmillä tutkimushenkilöillä (Borsheim ym. 2002, Rennie ym. 2002, Volpi ym. 2003). Aminohapoilla on proteiinisynteesin lisäksi tärkeä rooli myös proteiinien hajotuksen säätelyssä (Boirie ym. 1997, Ikizler 2002, Zanchi ym. 2008). Välttämättömiä aminohappoja sisältävä seos tehostaa proteiinisynteesiä (Smith ym. 1998) ja niiden merkitys on korostunut useissa ikääntyneiden lihastutkimuksissa (Volpi ym. 2003).

Riittävän suuri joko 30 gramman lihasproteiiniannos tai 15 grammaa välttämättömiä aminohappoja sisältävä proteiiniannos tehostaa sekä ikääntyneiden että nuorempien proteiinisynteesiä (Paddon-Jones ym. 2004, Symons ym. 2007). Sen sijaan 6,7 gramman välttämättömien aminohappojen annos heikensi proteiinisynteesivastetta ikääntyneillä, muttei nuorilla (Katsanos ym. 2005, Katsanos ym. 2006). Myös hiilihydraattien nauttiminen samanaikaisesti aminohappojen kanssa näyttäisi heikentävän aminohappojen aiheuttamaa anabolista vastetta ikääntyneillä, päinvastoin kuin nuorilla joilla yhdistelmä vastaavasti lisää proteiinisynteesiä (Volpi ym. 2000).

Ikääntyneiden onkin havaittu tarvitsevan nuorempia noin kaksi-kolme kertaa suuremman kerta-annoksen laadukkaita aminohappoja lihasproteiinisynteesin tehostamiseksi (Paddon-Jones ym. 2004). Suuren kerta-annoksen on osoitettu lisäävän proteiinisynteesiä päivän mittaan pieninä annoksina nautittua proteiinia enemmän ja suuri kerta-annos stimuloi lihasproteiinisynteesiä myös pientä proteiiniannosta pidempään (Arnal ym. 2000). Päivittäisen proteiinin saannin keskittämisestä yhdelle

aterialle on saatu positiivisia tuloksia laitoshoidon potilailla (Bouillanne ym. 2013). Alle 20 g:n ateriakohtainen proteiinisaanti voi heikentää lihasproteiinisynteesiä ja riittäväksi kerta-annokseksi on arvioitu noin 25–30 grammaa. (Arnal 2002, Paddon-Jones ja Rasmussen 2009). Yli 30 gramman ateriakohtainen proteiinisaanti ei näyttäisi kuitenkaan enää tehostavan proteiinisynteesiä ikääntyneilläkään (Symons ym. 2009).

Lihakset saattavat olla vastaanottavaisimmillaan proteiinilisille heti liikuntasuorituksen jälkeen (Esmarck ym. 2001). Riittävä energian - ja proteiinin saanti yhdistettynä säännölliseen liikuntaohjelmaan lisää ikääntyneiden lihasmassaa ja -voimaa sekä parantaa toimintakykyä (Esmarck ym. 2001, Jeong Su ym. 2010, Tieland ym. 2012b). Riittävällä proteiinisaannilla on merkittävä rooli liikuntainterventioiden onnistumisessa, jottei elimistö käytä lihasten proteiinivarastoja energiantarpeensa tyydyttämiseen (Jeong Su ym. 2010, Tieland ym. 2012). Korkeatehoisesta harjoittelusta voi olla ikääntyessä jopa haittaa, jos energian - ja proteiinin saantia ei optimoida kasvaneen tarpeen mukaiseksi (Carlsson ym. 2011).

2.3.2 Tutkimusnäyttö proteiinipitoisista täydennysravintovalmisteista ikääntyneillä

Proteiinipohjaisten täydennysravintovalmisteiden käyttö osana ikääntyneiden ruokavaliota voi parantaa ruokavalion laatua (Lauque ym. 2004, Salas-Salvado ym. 2005, Baldwin ym. 2008, Milne 2009, Jeong-Su ym. 2010, Jyväkorpi ym. 2012). Täydennysravintovalmisteet ovat useissa tutkimuksissa lisänneet myös ikääntyneiden kehon painoa. Seitsämässätoista satunnaistetussa ja kontrolloidussa interventiotutkimuksessa on nähty proteiinipitoista täydennysravintovalmistetta käyttävien ikääntyneiden kehon painon lisääntyvän keskimäärin kolmella prosentilla, kun sen sijaan verrokkiryhmissä ei ole tapahtunut samanlaisia muutoksia (Stratton ym. 2003). Kehon paino on lisääntynyt täydennysravintovalmisteiden käyttöönoton myötä eniten laitoshoidon piirissä ja vajaaravitsemuksen riskissä olevilla tai vajaaravituilla ikääntyneillä (National Institute for Health and Clinical Excellence 2006). Täydennysravintovalmisteiden käyttö on parantanut myös laitoshoidon potilaiden toimintakykyä, muun muassa päivittäisen aktiivisuuden lisääntymisen ja paremman arkiaskareissa jaksamisen kautta (Stratton ym. 2003). Täydennysravintovalmistetta nauttineiden ikääntyneiden puristusvoiman, henkisen ja fyysisen suorituskyvyn ja aktiivisuuden on osoitettu olevan ravitsemusinterventioiden jälkeen merkitsevästi muita ikääntyneitä paremmalla tasolla (Cawood ym. 2012). Fyysisen harjoittelun ja sen jälkeen nautitun täydennysravintovalmisteen edulliset vaikutukset

lihasmassaanja -voimaan on todettu sekä laitoshoidon että kotihoidon piirissä olevilla ikääntyneillä (Bunout ym. 2001, Bonnefou ym. 2003).

2.3.2.1 Tutkimukset kotona asuvilla ikääntyneillä

Proteiinipitoisia täydennysravintovalmisteita nauttineiden ravitsemusinterventiossa mukana olleiden kunnan terveydenhuollon potilaiden energian ja proteiinin saanti oli tavanomaista ravitsemusneuvontaa saavien ikääntyneiden energiansaantia parempaa (Parsons ym. 2011). Haurailia yli 78-vuotiailla ja ruokavaliostaan ravitsemussuosituksen mukaisesti (1g/kg/vrk) proteiinia saavien ikääntyneiden proteiinin saanti parani 1,4 g/kg:aan vrk:ssa maitopohjaisen täydennysravintovalmisteen käyttöönoton myötä (Tieland ym. 2012b). Proteiinipitoisten täydennysravintovalmisteiden käyttäminen osana ravintoneuvontaa näyttäisi olevan erityisen tehokas keino myös ikääntyneiden ravitsemustilan parantamiseen (Norman ym. 2008).

Kotihoidon piirissä oleville ikääntyneillä tehdyissä tutkimuksista on saatu näyttöä täydennysravintovalmisteiden hyödyistä ravinnonsaantiin ja ravitsemustilaan etenkin vajaaravitsemuksen riskissä olevilla ikääntyneillä (Edington ym. 2004, McMurdo ym. 2009, Parsons ym. 2010, Cawood ym. 2012). Täydennysravintovalmisteita käyttäneillä kotihoidon asiakkaila on havaittu merkitseviä muutoksia myös kehon painossa muihin kotihoidon asiakkaisiin verrattuna (Parsons ym. 2010). Lisäksi puristusvoima on parantunut kunnan terveydenhuollon potilailla täydennysravintovalmisteiden käytön jälkeen keskimäärin 1,76 kg:lla (Cawood ym. 2012). Sairaalaan kotiutuksen yhteydessä täydennysravintovalmisteen käytön aloittaneiden ikääntyneiden puristusvoima oli keskimäärin 1,52 kg verrokkiryhmää paremmalla tasolla kahdeksan viikon valmisteen käytön jälkeen (McMurdo ym. 2009). Myös toisessa vastaavanlaisessa interventiotutkimuksessa sairaalasta kotiutettujen ja täydennysravintovalmisteita nauttineiden ikääntyneiden puristusvoimatulos parani kahdeksan viikon kohdalla merkitsevästi muihin ikääntyneisiin verrattuna, vaikkakaan parannus puristusvoimassa ei säilynyt valmisteen käytön loputtua (Edington ym. 2004).

Haurailia kotona-asuvilla ikääntyneillä puristusvoimalla, kävelynopeudella ja tuoliltanousuilla mitattu toimintakyky parantui kaksi kertaa päivässä nautitun maitoproteiinin (15 g) ansiosta, vaikkakin tutkimushenkilöiden lihassmassassa ei tapahtunut muutosta (Tieland ym. 2012b). Toisessa vastaavanlaiselle joukolle toteutetussa interventiotutkimuksessa samansuuruinen (15 g) proteiinilisä fyysisen harjoittelun jälkeen nautittuna paransi ikääntyneiden sekä ikääntyneiden lihassmassan määrää että fyysistä suorituskyyä edelleen (Tieland ym. 2012a). Ravitsemushoidon epäonnistuessa hoitoon

osallistuneiden ravitsemustila ja ravinnonsaanti eivät ole parantuneet (Campbell ym. 1995, Welle ym. 1998, Carlsson ym. 2011). Tällöin perusruokavalion merkitys täydennysravintovalmisteiden rinnalla on aliarvioitu ja joissakin tapauksissa annettu täydennysravintovalmiste on lisännyt ikääntyneiden kylläisyyttä huomattavasti ja vähentänyt näin ollen ravinnonsaantia (Campbell ym. 1995, Welle ym. 1998, Carlsson ym. 2011).

2.3.2.2 Tutkimukset pitkäaikaishoidossa olevilla ikääntyneillä

Erilaisissa satunnaistetuissa ja kontrolloiduissa tutkimuksissa on verrattu tavanomaista laitoshoidoa saavien ja hoidon lisäksi runsasproteiinista täydennysravintovalmistettava nauttivien ikääntyneiden energian ja ravintoaineiden saantia (Stratton ym. 2003, Duncan ym. 2006, Norman ym. 2008, Botella-Carretore ym. 2010, Cawood ym. 2012). Täydennysravintovalmisteita nauttineet ovat saaneet merkitsevästi muita tutkimushenkilöitä enemmän energiaa ja proteiinia, eivätkä nautitut valmisteet ole ainakaan sairaalaolosuhteissa heikentäneet muuta ravinnonsaantia (Duncan ym. 2006, Cawood ym. 2012, National Institute for Health and Clinical Excellence 2006).

Eräässä satunnaistetussa, kontrolloidussa laitoshoidossa tehdyssä tutkimuksessa proteiinipitoista täydennysravintovalmistetta nauttineiden lonkkamurtumapotilaiden päivittäinen energiansaanti oli keskimäärin 349 kcal tavanomaista laitoshoidoa saavia ikääntyneitä parempaa. Samaisessa tutkimuksessa täydennysravintovalmisteita nauttineilla oli myös muita potilaita merkitsevästi pienempi kuolleisuus toteutetun lonkkaleikkauksen jälkeen (Duncan ym. 2006). Laitoshoidossa tehdyissä tutkimuksissa on lisäksi havaittu proteiinipitoisten täydennysravintovalmisteiden lisäävän energian ja ravintoaineiden saantia tyypillisesti käytettyjä välipaloja, kuten rasvapitoisia jogurtteja, suklaata, juustoja ja keksejä enemmän (Stratton ym. 2006).

Kehon paino ja rasvattoman massan määrä on lisääntynyt täydennysravintovalmisteiden käyttöönoton myötä vajaaravitsemuksen riskissä olevilla laitoshoidossa ja hoitokodeissa asuvilla Alzheimer-potilailla (Lauque ym. 2004). Laitoshoidossa olevien vanhusten rasvattoman massan on nähty lisääntyvän jopa 1,3 kg ja käsivarren ympärysmitan suurentuvan keskimäärin 1,2 %:lla valmisteiden käyttöönoton myötä (Bos ym. 2001, Milne ym. 2009). Hauraiden potilaiden hoidossa käytetystä maitoproteiinilisästä on saatu hyötyä myös lihasmassaan – ja voimaan (Campbell ym. 2007, Fujita ym. 2007, Malafarina ym. 2012). Matalan intensiteetin liikunta- ja lihaskuntoharjoittelu yhdistettynä harjoittelun jälkeen nautittuun maitoproteiinilisään on kasvattanut tulehduksellisesta sairaudesta kärsivien ikääntyneiden lihasmassaa ja fyysistä suorituskkyä (Björkman ym. 2011).

2.4 Heraproteiini, kehonkoostumus ja toimintakyky

2.4.1 Heraproteiinin koostumus

Lehmänmaidon kaksi suurinta proteiiniryhmää ovat kaseiini - ja heraproteiinit. Kaseiiniproteiinin osuus maidossa on noin 80 % ja heraproteiinin osuus 20 %. Maitolitrassa 30 grammasta proteiineja, heraproteiinien osuus on 6,5 grammaa. Kaseiini - ja heraproteiineihin kuuluu heterogeeninen ryhmä kemialliselta rakenteeltaan erilaisia, välttämättömiä aminohappoja sisältäviä proteiineja. Heraproteiinit koostuvat globulaarisista, proteiineista, jotka erottuvat maidosta juuston valmistuksen yhteydessä (Aimutis ym. 2004, Korhonen ym. 2009). Heraproteiineista noin 50 %:a on β -laktoglobuliinia ja noin 18 % on α -laktalbumiinia ja myös seerumin albumiini (noin 6%), immunoglobuliinit (noin 14%) ja proteosipeptoni sekä muutamat muut bioaktiiviset ainesosat, kuten laktoferriini, glykomakropeptidi ja laktoperoksidaasi luokitellaan heraproteiineiksi (Yalcin 2006). Heraproteiinissa on runsaasti välttämättömiä ja haaraketjuisia aminohappoja muihin proteiininlähteisiin verrattuna (Dillar ym. 2002, Bown ym. 2006) ja esimerkiksi leusiinin, isoleusiinin ja valiinin määrät ovat heraproteiinissa huomattavasti suuremmat kuin maitoproteiinissa, soijaproteiinissa, lihaproteiinissa tai munaproteiinissa (Layman ym. 2004, Phillips ym. 2009, Taulukko 2). Heraproteiinin erityisominaisuuksien uskotaankin perustuvan juuri haaraketjuisten aminohappojen, kuten leusiinin tärkeään rooliin proteiinimetaboliassa (Anthony ym. 2001).

Heraproteiinijauheiden ja -tuotteiden koostumus vaihtelee valmistustavasta riippuen (Farrell ym. 2004), ja eri heraproteiinien aminohappokoostumuksessa on eroja. α -laktalbumiini on hyvä lysiinin, treoniinin, tryptofaanin ja kysteiinin ja β -laktoglobuliini alaniinin, glutamiinihapon ja metioniinin lähde (Yalcin 2006). Erilaisia heraproteiineja yhdistelemällä voidaan löytää optimaalinen aminohapposeos ja kaupallisten heraproteiinivalmisteiden valmistustapa vaikuttaa tuotteen koostumukseen (Farrell ym. 2004). Suhteessa enemmän leusiinia sisältävä aminohapposeos stimuloi proteiinisynteesiä muita seoksia paremmin (Paddon Jones ym. 2006).

Taulukko 2. Leusiinin ja haaraketjuisten aminohappojen pitoisuudet erilaisissa proteiininlähteissä* (Layman ym. 2004 mukailleen)

	Leusiini	Haaraketjuiset aminohapot (BCAA)
Heraproteiini-isolaatti	14 %	26 %
Maitoproteiini	10 %	21 %
Munaproteiini	8,5 %	20 %
Lihaproteiini	8 %	18 %
Soijaproteiini-isolaatti	8 %	18 %

*Arvot viittaavat aminohappojen saantiin g/100 g proteiinia kohti

2.4.2 Heraproteiini, lihasmassa ja kehonkoostumus

Maidon proteiinit pilkkoutuvat ja imeytyvät ruoansulatuskanavassa erilaisella nopeudella (Dangin ym. 2002). Heraproteiinin kulkeutuminen mahalaukusta ohutsuoleen on nopeaa toisin kuin kaseiiniproteiinilla, joka pilkkoutuu pitkälle jo mahalaukussa ja siirtyy hitaasti ohutsuoleen. Heraproteiinin pilkkoutuminen ohutsuolessa on hidasta ja suolesta saattaa löytyä jopa kokonaisia heraproteiineja, kuten β -laktoglobuliineja, α -laktalbumiineja, laktoferriinia ja immunoglobuliineja (Dillar ym. 2002, Walrand ja Boirie 2005).

Hera- ja kaseiiniproteiinit imeytyvät myös erilaisella nopeudella verenkiertoon, millä on vaikutusta niiden ominaispiirteisiin. Heraproteiini imeytyy kaseiiniproteiinia nopeammin ja aiheuttaa ohimenevän nousun plasman aminohappo- ja insuliinipitoisuuksissa. Kaseiini saa sen sijaan aikaan selkeästi pienemmän, mutta kestoaltaan pidemmän muutoksen aminohappo- ja insuliinipitoisuuksissa (Dangin ym. 2002). Heraproteiinien nopeasti imeytyvien aminohappojen aiheuttama aterianjälkeinen insuliinipitoisuuksia nostava, insulintrooppinen vaikutus herkistää insuliinin signalointireittejä, mikä saattaa kiihdyttää proteiinisynteesiä, lisätä rasva- ja lihassolujen hapenkulutusta, rasvojen hapettumista sekä vähentää rasvasolujen rasvahapposyntaasia (Nilsson ym. 2004, Donato ym. 2006, Tessari ym. 2007, Sun ja Zemel 2009),

Nopeaksi kutsutun heraproteiinin on monessa tutkimuksessa osoitettu lisäävän lihasproteiinisynteesiä hitaaksi kutsuttua kaseiiniproteiinia enemmän (Dangin ym. 2002, Walrand ja Boirie 2005, Cribb ym. 2006). Heraproteiinin nopeasti elimistön hyväksikäytettävissä olevien haaraketjuisten aminohappojen on ajateltu selittävän heran terveystaikutuksia (Ha ja Zemel 2003, Yalcin ym. 2006), vaikkakaan vaikutus ei näytä perustuvan vain sen sisältämiin aminohappoihin ja heraproteiinin koostumusta

vastaavalla aminohapposeoksella ei aina saada aikaan vastaavanlaisia vaikutuksia (Katsanos ym. 2008). Etenkin haaraketjuiset leusiini, isoleusiini ja valiini näyttäisivät olevan tärkeitä proteiinisynteesin lisäämisessä (Fujita ym. 2006).

Heraproteiinin sisältämän leusiinin on ajateltu olevan proteiinisynteesin stimuloimisen kautta potentiaalinen lihasmassaa ja kehonkoostumusta muokkaava komponentti (Layman ja Walker 2006, Zhang ym. 2007b). Proteiinisynteesi näyttäisi lisääntyvän maksimaalisesti, jos välttämättömistä aminohapoista koostuvassa seoksessa on 40 % leusiinia. Tällaisen seoksen on havaittu myös lisäävän rasvattoman kudoksen määrää ja vähentävän rasvakudosta ikääntyneillä (Katsanos ym. 2006). Leusiinin vaikutus korostuu etenkin elimistön ollessa katabolisessa tilassa esimerkiksi liikunnan jälkeen (Layman ym. 2003).

Muutokset lihasten ominaisuuksissa saattavat selittyä pitkälti juuri leusiinin kiihdyttämällä proteiinisynteesillä. Heraproteiini näyttää lisäävän proteiinisynteesiä joko ennen tai jälkeen urheilusuorituksen nautittuna, minkä oletetaan pitkällä tähtäimellä parantavan myös lihasmassaa - ja voimaa (Walrand ja Boirie 2005, Tipton ym. 2009) ja lisääntynyt lihasmassa lisää energiankulutusta (Devkota ym. 2010). Heraproteiinin haaraketjuisten aminohappojen positiivista vaikutusta kehonkoostumukseen ja painoon on perusteltu mahdollisella energiansaannin pienentymisellä ja energiankulutuksen lisääntymisellä (Krissansen 2007). Lisäksi heraproteiini vaikuttaa lihaskudoksen lipogeneettisten entsyymien aktiivisuuteen (Morifuji ym. 2005a, Morifuji 2005b), joilla voi olla oma merkityksensä kehonkoostumukseen. Heraproteiinin ja leusiinin vaikutusmekanismeja on tutkittu sekä eläin- että ihmiskokeissa.

Kliininen tutkimusnäyttö heraproteiinin vaikutuksista kehonkoostumukseen on ristiriitainen. Heraproteiinin on havaittu joissain tutkimuksissa lisäävän rasvattoman kudoksen ja vähentävän rasvakudoksen määrää (Burke ym. 2001, Cribb ym. 2006, Frestedt ym. 2008), mutta joissakin tutkimuksista heraproteiinilla ei päinvastoin ole ollut minkäänlaista vaikutusta kehonkoostumukseen (Demling ym. 2000, Claessens ym. 2009, Pal ym. 2010). Näyttäisi kuitenkin siltä, että proteiinipitoinen ruokavalio on hiilihydraattipitoista ruokavaliota parempi kehonkoostumuksen kannalta, vaikkei tästäkään ole täysin yhdenmukaisia tuloksia (Demling ym. 2000, Claessens ym. 2009, Pal ym. 2010). Proteiinipitoinen ruokavalio on ainakin tärkeä proteiinisynteesin kannalta ja proteiinilisä näyttää tehostavan proteiinisynteesiä saman verran kuin vastaavansuuruinen proteiinilisä yhdistettynä ylimääräiseen hiilihydraattiannokseen sekä levossa että harjoituksen yhteydessä (Staples

ym. 2011). Lupaavista tutkimustuloksista huolimatta tarvittaisiin ainakin heraproteiinin osalta tarvittaisiin lisätutkimuksia vahvistamaan saatua tutkimusnäyttöä (Zemel 2009, Douglas 2011).

2.4.3 Tutkimusnäyttö heraproteiinin ja leusiinin vaikutuksesta kehonkoostumukseen sekä lihasmassaan-ja voimaan

2.4.3.1 Tutkimukset ikääntyneillä

Eräässä seurantatutkimuksessa tarkasteltiin välttämättömistä aminohapoista koostuvan ja leusiinipitoisen kaksi kertaa päivässä nautitun täydennysravintovalmisteen vaikutusta lihasmassaan ja -voimaan keski-ikältään 67-vuotiailla ikääntyneillä. Tutkimushenkilöiden muuta ruokavaliota tai fyysistä aktiivisuutta ei muutettu tutkimusjakson aikana. Tutkimuksen aikana ikääntyneiden lihasvoima ja liikkuvuus parantuivat alkutilanteesta polven ojennus-ja loitonnustestillä ($p=0,001$) sekä kävelytestillä ($p=0,002$) mitattuna (Borsheim ym.2008). Toisessa seurantatutkimuksessa keski-ikältään 68-vuotiaille terveille naisille annettiin välttämättömistä aminohapoista koostuvaa testivalmistetta, jonka vaikutusta lihasvoimaan ja kehon rasvattomaan massaan verrattiin vastaavansuuruista verrokkivalmistetta saaneisiin ikääntyneisiin. Tutkimushenkilöitä pyydettiin noudattamaan tavanomaista ruokavaliotaan, eikä tutkimuksessa ollut osana fyysistä harjoittelua. Ainoastaan testivalmistetta nauttineiden tutkimushenkilöiden kolmen kuukauden kohdalla mitattu proteiinisynteesi ($p=0,005$) ja rasvattoman massan määrä lisääntyi ($p=0,005$), kun samaan muutosta ei nähty verrokkiryhmällä. Kummankaan ryhmän tutkimushenkilöiden maksimivoima ei parantunut tutkimuksen aikana (Dillon ym. 2009). Terveillä yli 70-vuotiailla tehdyssä tutkimuksessa miespuoliset tutkimushenkilöt saivat joko leusiini- tai lumelisiä jokaisen pääateriansa yhteydessä (7,5 g/vrk). Tutkimuksessa ei ollut mukana liikuntaharjoittelua ja tutkimushenkilöt noudattivat tavanomaista ruokavaliotaan. Leusiini-ja lumelisiä nauttineiden miesten välillä ei havaittu eroja lihasmassassa eikä -voimassa. Myöskään kehonkoostumuksessa ei tapahtunut muutosta kuukausien päästä tarkasteltuna. Tämän tutkimuksen päivittäinen leusiinilisä ei kuitenkaan välttämättä ollut proteiinisynteesin stimuloimiseksi riittävä (Verhoeven ym. 2009).

Leusiinipitoisten aterioiden aiheuttamaa proteiinisynteesiä verrattiin tavanomaisten aterioiden aiheuttamaan proteiinisynteesiin yli 70-vuotiailla ikääntyneillä (Rieu ym. 2010). Ylimääräistä leusiinia ruokavaliossaan saaneilla ikääntyneillä proteiinisynteesi lisääntyi merkitsevästi tavanomaista ruokavaliota noudattaneisiin tutkimushenkilöihin verrattuna. Leusiiniryhmän plasman leusiinipitoisuus kasvoi 130 %:lla ja plasman vapaan leusiinin määrät erosivat tutkimusryhmien välillä merkitsevästi

(Rieu ym. 2010). Toisessa tutkimuksessa leusiinilisän vaikutukset olivat sen sijaan ristiriitaisia (Koopman ym. 2008). Ikääntyneet miehet (72–74-vuotiaat) nauttivat vapaata leusiinia proteiinihydrolysaatin ja hiilihydraattilisän kanssa liikuntasuorituksen jälkeen. Leusiinilisää nauttineiden tutkimushenkilöiden tuloksia verrattiin ainoastaan proteiini- ja hiilihydraattilisää nauttineisiin ikääntyneisiin. Leusiinilisää nauttineiden tutkimushenkilöiden proteiinitasapaino oli muita tutkimushenkilöitä parempi. Leusiinia nauttineiden tutkimushenkilöiden keskimääräinen proteiinisynteesi oli kuitenkin samalla tasolla pelkkää proteiini- ja hiilihydraattilisää nauttineiden tutkimushenkilöiden kanssa.

Yli 73-vuotiaille ikääntyneille toteutetussa tutkimuksessa selvitettiin eri suuruisten (10 g, 20 g, 35 g) heraproteiiniannosten vaikutusta kehon proteiinitasapainoon ja aterianjälkeiseen lihasproteiinien kasaantumiseen (Pennings ym. 2012). Kaikki nautitut heraproteiinilisät paransivat kehon proteiinitasapainoa, vaikkakin 10 gramman proteiinilisällä oli pienin ja 35 gramman proteiinilisällä suurin vaikutus. Suurimman heraproteiiniannoksen todettiin tässä tutkimuksessa lisänneen aminohappojen imeytymistä ja stimuloineen proteiinisynteesiä muita heraproteiiniannoksia enemmän.

Heraproteiinilisää (20 g) nauttineilla ikääntyneillä (73–75-vuotiailla) miehillä havaittiin kaseiiniproteiinilisää nauttineita miehiä merkittävästi suuremmat ruokavalion fenyylialaniinipitoisuudet (Pennings ym. 2011). Fenyylialaniinipitoisuuksien tiedetään kuvaavan hyvin ruokavalion proteiininsaantia. Lisäksi vain heraproteiinilisää nauttineilla ikääntyneillä mitattiin suuremmat plasman leusiinipitoisuudet, joilla oli vahva positiivinen korrelaatio aterianjälkeiseen proteiinisynteesiin. Vaikutus saattoi johtua heraproteiinin kaseiiniproteiinia nopeammasta hajotuksesta ja imeytymisestä sekä sen suuremmasta leusiinipitoisuudesta (Pennings ym. 2011). Toisessa tutkimuksessa verrattiin hera- ja kaseiiniproteiinilisien vaikutuksia proteiinisynteesiin toteutetun raskaan voimaharjoittelun jälkeen 67–69-vuotiailla ikääntyneillä (n=24) (Dideriksen ym. 2011). Tutkimushenkilöiltä mitattu keskimääräinen lihasproteiinisynteesi oli yhtä suuri kaseiini- ja heraproteiinilisän nauttimisen jälkeen.

Heraproteiiniproteiinilisää verrattiin myös vastaavan suuruiseen aminohappolisään kertaannostutkimuksessa terveillä ikääntyneillä (Katsanos ym. 2008). Heraproteiinin vaikutus fenyylialaniinitasapainoon ja lihasproteiinisynteesiin oli kyseisessä tutkimuksessa aminohapposeosta voimakkaampi. Toisessa tutkimuksessa välttämättömistä aminohapoista koostettua ravintolisää verrattiin saman verran energiaa sisältävään heraproteiinilisään 65–75-vuotiailla ikääntyneillä (Paddon-Jones ym. 2006). Molempien ravintolisien havaittiin lisäävän verenkierron

fenyylialaniinipitoisuuksia ja stimuloivan proteiinisynteesiä, vaikkakin tässä tutkimuksessa välttämättömien aminohappojen seos tehosti näitä vaikutuksia heraproteiinia enemmän.

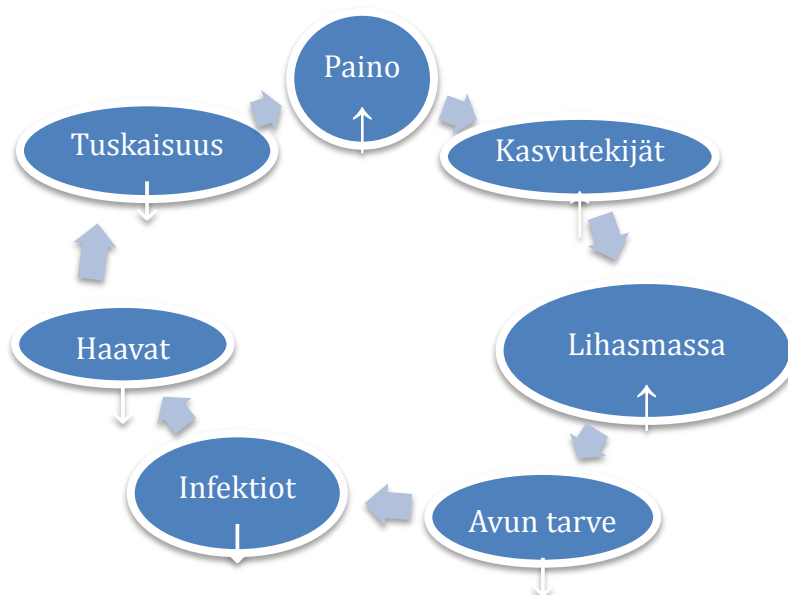
Vertailututkimuksessa hydrolysoidun kollageeniproteiinijauheen ja heraproteiinikonsentraatin vaikutusta typpitasapainoon sekä kehonpainoon tutkittiin ikääntyneillä (>71 vuotta) naisilla (Hays ym. 2009). Tutkimushenkilöt saivat annettujen ravintolisien lisäksi proteiinia muusta ruokavaliostaan noin 0,8 g/kg/vrk. Heraproteiinikonsentraattia saaneiden tutkimushenkilöiden kehon paino putosi merkitsevästi täydennysravintovalmistejakson jälkeen, kun samaa muutosta ei tapahtunut kollageeniproteiiniryhmässä. Molemmat proteiinisupplementit paransivat elimistön typpitasapainoa. Heikentyneen typpitasapainon on havaittu olevan yhteydessä pienempään lihasten pinta-alaan, mikä vuoksi proteiinipitoisten ravintolisien käyttö saattaa olla erityisen perusteltua ikääntyessä (Hays ym. 2009).

Heraproteiinilisää (20g) on verrattu myös vastaavansuuruiseen isokaloriseen hiilihydraattilisään kaksoissokkoutetussa ja satunnaistetussa interventiotutkimuksessa (Arnarson ym. 2013). Kyseiseen tutkimukseen osallistuneet 65–89-vuotiaat ikääntyneet toteuttivat voimaharjoittelua 12 tutkimusviikon ajan kolme kertaa viikossa ja tutkimusvalmisteet nautittiin jokaisen harjoituskerran jälkeen. Tutkimusryhmien kehon rasvattomaan massan, lihasvoiman ja fyysiseen suorituskyvyn mittaustuloksia verrattiin tutkimuksen alussa – ja lopussa. Molempien tutkimusryhmien mittaustulokset parantuivat tutkimuksen aikana, vaikkakaan tuloksissa ei ollut eroja tutkimusryhmien välillä. Kaikki tutkimushenkilöt saivat ruokavaliostaan ravitsemussuositusten mukaisen määrän energiaa ja proteiinia. Tämän tutkimuksen perusteella heraproteiinipitoinen ravintolisä ei ollut isokalorista hiilihydraattilisää tehokkaampi ikääntyneiden kehon rasvattoman massan tai lihasvoiman ja fyysisen suorituskyvyn kannalta.

Nuoremmilla, keski-ikältään 65-vuotiailla ikääntyvillä naisilla tutkittiin heraproteiini- ja maltodekstriinilisän vaikutuksia kehonkoostumukseen ja fyysiseen kuntoon painonpudotusjakson aikana (Mojtahedi ym. 2011). Tutkimukseen osallistuneet ylipainoiset naiset saivat päivittäisen 1400 kcal:n lisäksi joko heraproteiinilisää (25 g) tai isoenergistä maltodekstriinilisää kaksi kertaa päivässä kuuden kuukauden ajan. Heraproteiinilisää nauttineet naiset pudottivat muita naisia enemmän painoa. Rasvattoman massan, lihasvoiman, tasapainon ja fyysisen suorituskyvyn mittaustulokset eivät eronneet tutkimusryhmien välillä. Proteiinilisää nauttineiden tutkimushenkilöiden lihasmassa säilyi kuitenkin maltodekstriinilisää nauttineita paremmin, jolla saattaa olla vaikutusta fyysiseen suorituskyykyyn pidemmällä tähtäimellä. Heraproteiinilisällä (20g) ei ollut kuitenkaan vaikutusta lihaskuntoon tai

toimintakykyyn satunnaistetussa kotonaan asuville nuoremmilla 52–69-vuotiaille naisille ja miehille toteutetussa interventiossa (Björkman ym. 2011).

Helsinkiläisen Kustaankartanon vanhainkodin yli 70-vuotiaille asukkailla tehdyssä satunnaistetussa interventiotutkimuksessa tutkimushenkilöt saivat heraproteiinilla täydennettyä täysmehua (Björkman ym. 2011). Heraproteiinia (20 g/vrk) nauttineiden vanhusten lihasmassa lisääntyi ja paino nousi tutkimusjakson aikana 2,4 kg, ja joillakin heraproteiinia nauttineilla tutkimushenkilöillä avun tarve väheni. Heraproteiiniryhmän tutkimushenkilöillä myös tuskaisuuden tunne sekä haavojen ja infektioiden määrä väheni (Kuva 9). Pelkkää täysmehua saaneen verrokkiryhmän henkilöillä ei havaittu samanlaisia muutoksia (Björkman ym. 2012).



Kuva 9. Heraproteiinipitoisen täydennysravintovalmisteen hyötyjä Kustaankartanon vanhainkodissa tehdyssä tutkimuksessa (Björkman ym. 2012 mukaillen)

2.4.3.2 Tutkimusnäyttö muista ihmiskokeista

Heraproteiinin vaikutuksia on tutkittu eniten ylipainoisilla laihdutustutkimusten tai urheilijoilla ja voimailijoilla liikunta- ja ravitsemusinterventioiden yhteydessä. Toteutetuissa tutkimuksissa on usein verrattu heraproteiinia kaseiiniproteiiniin, -maltodekstriiniin, tai pelkkään hiilihydraattipitoiseen täydennysravintovalmisteseen.

Heraproteiinin ja maltodekstriinin vaikutuksia kehonkoostumukseen on tutkittu ylipainoisilla tutkimushenkilöillä. Koeryhmän tutkimushenkilöille annettiin heraproteiinivalmistetta, joka nautittiin päivän aikana kahdessa osassa (yhteensä 20g/vrk heraproteiinia) ja verrokkiryhmän tutkimushenkilöt saivat nautittavakseen vastaavan määrän maltodekstriinivalmistetta (Frestedt ym. 2008). Tutkimuksessa kehon rasvaton massa säilyi koeryhmän tutkimushenkilöillä verrokkiryhmän tutkimushenkilöitä paremmin. Toisessa ylipainoisille tehdyssä tutkimuksessa verrattiin heraproteiini-, -kaseiini- ja glukoosipitoisen ravintolisän vaikutusta kehon koostumukseen ja insuliinin eritykseen (Pal ym. 2010). Heraproteiini ei vaikuttanut tutkimushenkilöiden kehonkoostumukseen kaseiini- tai glukoosisuplementtia edullisemmin, vaikkakin heraproteiiniryhmään kuuluneilla oli muita tutkimushenkilöitä merkitsevästi pienemmät paastoinsuliinipitoisuudet ja insuliiniresistenssi oli muita tutkimushenkilöitä harvinaisempaa.

Heraproteiinin vaikutuksia on tutkittu lisäksi melko paljon urheilijoilla ja voimailijoilla. Kestävyysurheilijoille tehdyssä lyhyessä tutkimuksessa verrattiin heraproteiinin ja maltodekstriinin vaikutusta rasvattoman kudoksen määrään ja lihasvoimaan. Kyseisessä tutkimuksessa heraproteiini lisäsi tutkimushenkilöiden rasvattoman kudoksen määrää ja lihasvoimaa merkitsevästi pelkkää lisäenergiaa saaneisiin verrokkiryhmän tutkimushenkilöihin verrattuna (Burke ym. 2001). Eräässä kehonrakentajille tehdyssä tutkimuksessa verrattiin hydrolysoidun heraproteiinin ja kaseiinin vaikutuksia lihasvoimaan ja kehonkoostumukseen lihasvoimaharjoittelun aikana. Heraproteiini lisäsi tutkimuksessa lihasmassaa -ja voimaa sekä vähensi elimistön rasvan määrää kaseiiniproteiinia enemmän (Cribb ym. 2006).

Voimailua ja painonnostoa harrastavilla yliopisto-opiskelijoilla verrattiin soija- ja heraproteiinipitoisen proteiiniputukan vaikutuksia tutkimushenkilöiden rasvattoman kudoksen massaansa. Tutkimushenkilöt söivät joko kolme soija- tai heraproteiinia sisältävää patukkaa päivittäin haluamaan aikana (yhteensä 33 g prot/vrk). Molempia proteiinipitoisia patukoita nauttivilla tutkimushenkilöillä rasvattoman massan määrä lisääntyi yhtä paljon ja merkitsevästi enemmän kuin pelkästään harjoitelleilla tutkimushenkilöillä (Brown ym. 2004). Ilmavoimissa työskenteleville miehille tehdyssä tutkimuksessa heraproteiinilisä paransi ylävartalon lihasvoimaa merkitsevästi toteutetun voimaharjoittelujakson aikana, kun samaa vaikutusta ei havaittu energiapitoisuudeltaan vastaavaa hiilihydraattipitoista kontrollituotetta nauttineilla miehillä (Walker ym. 2010). Tutkimushenkilöiden oletetusti normaalia paremman fyysisen kunnon vuoksi kestävyysurheilijoilla, kehonrakentajilla ja ilmavoimissa työskentelevillä tutkimushenkilöillä toteutetut tutkimukset eivät kuitenkaan välttämättä ole yleistettävissä koko väestöön.

Nuorilla miehillä ja naisilla tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin heraproteiinin vaikutuksia kehonkoostumukseen ja lihasten toimintaan ilman sen nauttimiseen yhdistettyä liikuntaharjoittelua. Tutkimushenkilöille annettu hera- tai soijaproteiinisupplementaatio lisäsi rasvattoman kudoksen määrää ja lihasvoimaa merkitsevästi maltodekstriinilisään verrattuna. Hera -ja soijaproteiinin vaikutuksilla ei havaittu eroa kyseisessä tutkimuksessa (Candow ym. 2006a). Toisessa nuorilla aikuisille tehdyssä tutkimuksessa kerran päivässä (20g) nautittu herapohjainen kysteiini paransi huomattavasti tutkimushenkilöiden lihasvoimaa. Tähänkään tutkimukseen ei kuulunut ohjattua liikuntaharjoittelua, vaikkakaan omatoimista harjoittelua ei kielletty (Lands ym. 1999).

Heraproteiinipitoinen ruokavalio ei ole kaikissa tutkimuksissa osoittautunut kaseiiniproteiinipitoista ruokavaliota paremmaksi. Kaseiinin on todettu lisäävän proteiinisynteesiä heraproteiinia vähemmän, mutta se näyttäisi vähentävän proteiinin hajoamista heraproteiinia tehokkaammin (Dangin ym. 2002). Kaseiiniproteiinilla saattaakin olla positiivinen kokonaisvaikutus proteiinitasapainoon etenkin pidemmällä aikavälillä (Dangin ym. 2002). Kestävyysharjoittelua toteuttaneille tutkimushenkilöille tehdyssä tutkimuksessa sekä kaseiini – että heraproteiinilisä (20 g) harjoituksen jälkeen nautittuna lisäsivät lihasproteiinisynteesiä ja aminohappojen kulkua lihassoluun yhtä tehokkaasti (Tipton ym. 2004).

Hera-ja kaseiiniproteiinin yhdistelmä on osoittautunut tehokkaaksi urheilijamiehillä tehdyssä tutkimuksessa, jossa kyseinen yhdistelmä lisäsi urheilijoiden rasvattoman kudoksen massaa enemmän kuin hiilihydraattivalmiste tai jopa runsaasti haaraketjuisia aminohappoja sisältävää heraproteiinivalmiste (Kerksick ym. 2006). Hera-ja kaseiiniproteiiniyhdistelmä osoittautui toimivaksi myös vähemmän liikkuvilla mieshenkilöillä. Tutkimushenkilöt saivat joko hera-ja kaseiiniproteiinipitoista yhdistelmävalmistetta (20g), johon lisättiin vapaita aminohappoja (6g) tai dekstroosipitoista verrokkivalmistetta (20g), jota nautittiin sekä voimaharjoittelua ennen että sen jälkeen. Proteiinipitoinen täydennysravintovalmiste lisäsi tutkimushenkilöiden lihasmassaa, rasvatonta massaa ja lihasvoimaa merkitsevästi dekstroosipitoista valmistetta enemmän (Willoughby ym. 2007).

2.4.3.3 Tutkimusnäyttö eläinkokeista

Eri proteiininlähteillä on erilainen vaikutus iäkkäiden rottien proteiinisynteesiin (Rieu ym. 2007). Heraproteiinin tärkeimpänä komponenttina pidetty leusiini näyttäisi useissa tutkimuksissa lisäävän lihasproteiinisynteesiä rotilla. Leusiinipitoinen suonensisäisesti annettu aminohappoinfuusio lisäsi rottien lihasproteiinisynteesiä 15 %:lla tunti infuusion jälkeen mitattuna (Garlick ja Grant 1988).

Ikääntyneillä rotilla tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin runsaasti leusiinia sisältävän aterian vaikutuksia rottien lihasproteiinisynteesiin. Runsaasti leusiinia ruokavaliostaan saavien rottien lihasproteiinisynteesi oli merkittävästi suurempaa kuin vähemmän leusiinia saavilla rotilla. Tutkimuksessa havaittiin, että sekä vapaasti suonensisäisesti annettu leusiini että laadukas runsaasti leusiinia sisältävä proteiininlähde stimuloivat aterianjälkeistä lihasproteiinisynteesiä (Rieu ym. 2003, Rieu ym. 2007). Leusiinipitoista proteiininlähdettä nauttineilla rotilla havaittiin muita proteiininlähteitä nauttineita rottia suurempi plasman proteiinipitoisuus, mikä korreloi proteiinisynteesin voimakkuuden kanssa (Bowen ym. 2006a). Plasman haaraketjuisten aminohappojen pitoisuuden suurentumisen on havaittu etenkin eläinkokeissa lisäävän insuliinin proteiinisynteesiä kiihdyttävää vaikutusta lihaskudoksessa (Garlick ja Grant 1988, Donato ym. 2006).

Rotilla oraalisesti nautittu vapaa leusiini näyttäisi tehostavan lihasproteiinisynteesiä myös fyysisen harjoituksen jälkeen nautittuna. Tehdyssä tutkimuksessa heti harjoituksen jälkeen annettu leusiinilisä lisäsi rottien lihasproteiinisynteesiä 18 %:lla ja leusiinin lihasproteiinisynteesiä tehostava vaikutus oli ylivoimainen muihin välttämättömiin aminohappoihin verrattuna (Anthony ym. 2000)

Heraproteiinipitoinen ruokavalio lisäsi lihasmassaa ja vähensi rasvamassaa kaseiinipitoista ruokavaliota enemmän Wistar-rotilla tehdyssä kokeessa (Siddiqui ym. 2008). Tutkimusruokavaliot erosivat kuitenkin proteiininlähteiden lisäksi myös D-vitamiinin ja kalsiumin osalta, eikä heraproteiinin itsenäistä vaikutusta kehonkoostumukseen voitu selvittää (Siddiqui ym. 2008). Hiirillä (C57BL/6J hiiret) tehdyssä tutkimuksessa tarkasteltiin heraproteiinin vaikutusta painonnousuun ja rasvamassan lisääntymiseen runsasrasvaisen ruokavalion aikana. Koe- ja kontrolliryhmän hiirille annetut ruokavaliot eivät eronneet energiansaannin suhteen, vaikka vain koeryhmä sai proteiinilisää. Koeryhmän paino ja rasvamassa väheni sekä rasvaton kudos lisääntyi tehdyn tutkimuksen aikana (Shertzer ym. 2011). Heraproteiinipitoista ruokavaliota nauttineilla rotilla (Spague-Dawley –rotat) lihaskudoksen lipogeneettisten entsyymien aktiivisuus lisääntyi kaseiinipitoista ruokavaliota nauttineita rottia enemmän, jolla saattaa olla positiivinen vaikutus kehonkoostumukseen. Rotat saivat

hera- ja kaseiiniproteiinia tutkimusruokavalioistaan yhtä paljon (200 g/kg ruokaa) (Morifuji ym. 2005a, Morifuji 2005b).

2.4.3.4 Yhteenveto heraproteiinin ja leusiinin vaikutuksista kehonkoostumukseen ja lihasmassaan

Heraproteiinin ja kehonkoostumuksen sekä lihasmassan- ja voiman yhteyksiä on tutkittu melko paljon etenkin nuorilla ja aktiivisemmalla väestöllä. Heraproteiinia on tutkittu paljon myös painonhallinnan yhteydessä. Tehdyt tutkimukset eivät ole välttämättä yleistettävissä verrattavissa hauraisiin ikääntyneisiin, joilla aktiivisuus ja muu ruokavalio saattaa olla muusta väestöstä poikkeava. Ikääntyneillä yli 70-vuotiailla tehtyjä heraproteiinitutkimuksia on verrattain vähän ja tutkimukset ovat usein melko lyhytkestoisia. Vajaaravituilla vanhainkodin potilailla heraproteiinipohjaisten täydennysravintovalmisteiden on nähty vähentävän haitallista painon laskua, infektioiden ja avun tarpeen määrää, mutta varsinkin hyväkuntoisilla kotonaan asuvilla ja riittävästi proteiinia saavilla ikääntyneillä vastaavanlaisten täydennysravintovalmisteiden vaikutukset ovat usein osoittautuneet vähäisiksi. Useista ihmiskokeista, joiden joukossa on myös ikääntyneiden tutkimuksia, on kuitenkin saatu melko hyvää näyttöä proteiinipitoisen ruokavalion hyödyistä lihasproteiinisynteesissä. Heraproteiinin hyödyt muihin proteiineihin verrattuna ovat vielä osittain epäselviä.

Ihmisille on tehty myös tutkimuksia runsaasti leusiinia sisältävän ruokavalion lihasvaikutuksista, joissa ei aina ole raportoitu ruokavalion kokonaisenergiansaantia tai kuvattu tutkimushenkilöille tavanomaista ruokavaliota. Tällaisten tutkimusten avulla on mahdotonta sanoa johtuivatko saavutetut hyödyt lihasvoimassassa ja kehonkoostumuksessa ruokavalion proteiinipitoisuuden lisääntymisestä vai leusiinin tai muiden välttämättömien aminohappojen anabolisista proteiinisynteesiä stimuloivista ominaisuuksista. Hyvin suunniteltuja satunnaistettuja, kontrolloituja pitkittäistutkimuksia tarvittaisiin vahvistamaan tutkimusnäyttöä heraproteiinin ja leusiinin vaikuttavuudesta lihasproteiinisynteesin lisäksi ihasmassaan ja -voimaan. Erityisesti uutta tutkimusta tarvitaan kotona asuvien ja verrattain ikääntyneiden lihaskadon kriteerit täyttävien henkilöiden täydennysravintovalmisteiden käytön vaikutuksista.

Eläinkokeissa on nähty heraproteiinin vaikuttavan positiivisesti rottien ja hiirien lihasproteiinisynteesiin ja joissakin tutkimuksissa kehonkoostumukseen tai lihasmassaan. Yhdessäkään eläinkokeessa ei kuitenkaan ole voitu osoittaa leusiinin ja heraproteiinin pitkäaikaisvaikutusta lihasmassaan ja -voimaan. Leusiinitutkimuksia ei voida myöskään suoraan rinnastaa

heraproteiinitutkimuksiin, vaikkakin herassa on runsaasi leusiinia. Mukana on lisäksi paljon tutkimuksia, joissa tutkimusryhmien ruokavaliot eivät ole olleet vakioituneet, mikä heikentää tulosten luotettavuutta. Lisäksi eläinkokeiden luotettavuutta heikentää jyrksijöillä tutkitut annokset, jotka olisivat ihmisille painoon suhteutettuna hyvin suuria. Lupaavia tutkimustuloksia vahvistamaan kaivattaisiin pitkittäistutkimuksista saatua tutkimusevidenssiä myös eläinkoepuolella.

2.4.4 Heraproteiini ja kylläisyys

Runsaasti proteiinia sisältävän aterian on osoitettu monissa tutkimuksissa lisäävän kylläisyyden tunnetta ja pienentävän ruokahalua vähemmän proteiinia sisältävää ja hiilihydraattipitoisempaa ruokavaliota enemmän (Porrini ym. 1997, Lejeune ym. 2006, Liukkonen ym. 2004). Tarkkaa vaikutusmekanismia ei vielä tunneta, sillä kylläisyyteen vaikuttavat monet fysiologiset, psyykkiset ja käyttäytymiseen liittyvät tekijät. Proteiinien tiedetään muun muassa stimuloivan useiden kylläisyyttä välittävien hormonien, kuten insuliinin, glukagonin ja kolekystokiniinin eritystä. Vaikka proteiinin ja heran on havaittu lisäävän kylläisyyden tunnetta, ei niiden vaikutuksesta kokonaisenergiansaantiin ole saatu täysin johdonmukaisia tuloksia ja erilaisten proteiinien merkitystä ei ole täysin ymmärretty (Bowen ym. 2007, Ovaskainen ym. 2003, Burton-Freeman 2008, Diepvens ym. 2008, Lam ym. 2009, Veldhorst ym. 200). Proteiinit saattavat vaikuttaa kylläisyyden tunteeseen myös eri lailla normaalipainoisilla ja lihavilla henkilöillä (Hellstrom ym. 2004, Wren ja Bloom 2007).

Nopeasti imeytyvät proteiinit, kuten heraproteiini lisäävät kylläisyydentunnetta hitaasti imeytyviä proteiineja nopeammin (Paddon Jones ym. 2008) ja hera näyttäisi joissakin tutkimuksissa olevan esimerkiksi kaseiini - ja soijaproteiinia tehokkaampi kylläisyyden säätelijä (Bowen ym. 2006a, Bowen ym. 2006b). Ruokavalion proteiinien kokonaismäärä saattaa kuitenkin myös vaikuttaa proteiinien aiheuttamaan kylläisyydentunteeseen ja hera näyttäisi lisäävän kylläisyyden tunnetta kaseiini -tai soijaproteiinia enemmän ainakin ruokavalion proteiinin kokonaismäärän ollessa pieni. Proteiininlähteiden välillä ei ole sen sijaan havaittu samanlaisia eroja kylläisyysvaikutuksissa, kun proteiinin kokonaismäärä on riittävä, eikä ylimäärästä välttämättömiä aminohappoja näyttäisi olevan lisähyötyä kylläisyyden tunteen muodostumisessa (Veldhorst ym. 2009). Heraproteiinivalmisteella voi olla vaikutusta aterioidessa kehittyvään kylläisyyden tunteeseen, syödyn ruoan kokonaismäärään ja näläntunteen säätelyyn aterioiden välillä (Anderson ym. 2004, Veldhorst ym. 2009, Akhavan ym. 2010, Akhavan ym. 2011,).

Syntyvää kylläisyyden tunnetta on perusteltu ruokahalua säätelevien, suolistosta vapautuvien hormonien avulla. Heraproteiinin aikaansaamat muutokset vapautuvien suolistohormonien, kuten kolekystokiniinin, glukagonin kaltaisen peptidin (GLP-1), glukoosiriippuvaisen insulintrooppisen polypeptidin (GIP) ja peptidi-YY:n (PYY) pitoisuuksissa on todettu kaseiiniproteiinien aikaansaamia muutoksia suuremmiksi. Heraproteiini näyttäisi lisäävän etenkin kolekystokiniinin ja GLP-1:n erityistä ja hillitsevän greliinin erityistä (Hall ym. 2003a, Bowen ym. 2007, Luhovyy ym. 2007). Greliini vaikuttaa ainakin osittain hypotalamuksen ruokahalua säätelevien peptidien kautta. Greliini hillitsee ruokahalua ja kolekystekiniini ja GLP-1 vaikuttavat erityisesti kylläisyyteen (Liukkonen ym. 2004). Rottakokeissa heraproteiinin on lisäksi havaittu lisäävän mTOR-reitin aktiivisuutta hypotalamuksessa, mikä lisää kylläisyyden tunnetta (Cota ym. 2006, Westerterp-Plantenga ym. 2009). Jyrsijöillä heraproteiinissa oleva leusiini näyttäisi suurentavan aterianjälkeistä plasman leptiinipitoisuutta muita aminohappoja enemmän. Myös plasman suurentunut leptiinipitoisuus lisää mTOR-reitin aktiivisuutta (Lynch ym. 2006).

Kylläisyyden tunteen lisäksi erilaisten heraproteiinivalmisteiden on todettu pienentävän syödyn ruoan kokonaismäärää, nälän tunnetta ja ruokahalua. Heraproteiineista α -laktalbumiini näyttäisi olevan tehokkain nälänsäätelijä, sen sisältämän tryptofaanin vaikuttaessa kylläisyyden tunteeseen (Halford ym. 2007, Hursel ym. 2010). α -laktalbumiinin ei ole kuitenkaan aivan yksimielisesti havaittu olevan maitoproteiinia tehokkaampi kylläisyyden tunteen säätelijä (Soenen ym. 2011). Joissakin tutkimuksissa lihasmassa ja -voima sekä proteiinisynteesi eivät ole proteiinilisän käytöstä huolimatta tehostunut (Fiaratone 1994, Campbell ym. 1995, Welle ym. 1998), mahdollisesti sen aiheuttamasta kylläisyysvaikutuksesta johtuen. Proteiinipitoinen täydennysravintovalmiste saattaisi siis ainakin teoreettisesti heikentää muuta ravinnonsaantia juuri aiheuttamansa kylläisyydentunteen kautta.

2.4.4.1 Tutkimusnäyttö ihmiskokeista

Nuorille ja terveille miehille tehdyssä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään neljän erilaisen proteiinipitoisen ruokavalion vaikutuksia kylläisyytekijöihin. Tutkimuksessa tarkasteltiin tonnikala-, kananmuna-, kalkkuna- tai heraproteiinipitoisten ruokien vaikutusta aterianjälkeisiin insuliinipitoisuuksiin sekä ruokahuuun ja energiansaantiin. Heraproteiinia saaneen tutkimusryhmän aterianjälkeiset insuliinipitoisuudet olivat merkittävästi muita ryhmiä suuremmat. Heraproteiinia nauttineet kokivat myös huomattavasti muita tutkittavia vähemmän nälän tunnetta neljä tuntia

proteiinipitoisen aterian jälkeen ja seuraavan aterian kokonaisenergiansaanti oli heraproteiiniryhmällä muita ryhmiä matalampaa (Pal ja Ellis 2010).

Erilaisista proteiininlähteistä koostetun, hiilihydraattipitoisen -ja heraproteiinipitoisen matalaenergisten ruokavalioiden kylläisyysvaikutusta verrattiin keski-ikäisillä tutkimushenkilöillä (Aldricha ym. 2011). Tutkimushenkilöt raportoivat omaa kylläisyydentunnettaan ja heraproteiiniryhmän tutkimushenkilöiden raportoimissa kylläisyydentuntemuksissa oli vähiten vaihtelua muihin tutkittaviin verrattuna. Raportoitu kylläisyyden tunne ei kuitenkaan eronnut ryhmien välillä (Aldricha ym. 2011). Täydennysravintovalmisteita osana muuta ruokavaliota nauttineiden ikääntyneiden kunnan terveydenhuollon potilaiden raportoimaa kylläisyyden tunnetta verrattiin pelkkää ravitsemusohjeistusta saaneiden ikääntyneiden raportoimiin kylläisyysvaikutuksiin (Parsons ym. 2011). Täydennysravintovalmisteet eivät lisänneet raportoitua kylläisyydentuntemusta, vaikkakin käytetty valmiste lisäsi tutkimushenkilöiden proteiinin – ja energiansaantia.

Hera-, kaseiini-, ja soijaproteiinipitoisten aamupalojen vaikutuksia kylläisyyden tunteeseen, kylläisyshormonien erittymiseen ja syödyn ruoan määrään verrattiin terveillä tutkimushenkilöillä (Hall ym. 2003a). Heraproteiini vähensi näläntunnetta proteiineista voimakkaimmin sekä suurensi GLP-1 ja insuliinipitoisuuksia huomattavasti kaseiini -tai soijaproteiini enemmän. Energiensaannissa ei kuitenkaan voitu osoittaa eroja tutkimusryhmien välillä. Seurantatutkimuksessa ennen ateriaa nautittu herajuoma (48g) lisäsi kylläisyyden tunnetta ja vähensi energian saantia kolme tuntia juoman nauttimisen jälkeen merkitsevästi vastaavaa kaseiiniproteiinijuomaa enemmän (Hall ym. 2003a). Tutkimuksessa aikaansaatu kylläisyysvaikutus saattoi muodostua GLP-1:n ja GIP:n pitoisuuksien suurentumisen kautta, joilla voi olla ruokahalua vähentävä ja syötävän ruoan määrää säätelevä vaikutus (Frost ym. 2006, Lopez ym. 2007).

Suurempien (55g) nestemäisten heraproteiini- ja kaseiiniproteiiniannosten vaikutusta ruokahuuun, energiansaantiin ja kylläisyyteen tutkittiin ylipainoisilla miehillä kolme tuntia annosten nauttimisen jälkeen. Tämän tutkimuksen mukaan hera- ja kaseiiniproteiiniannokset vaikuttivat koettuun kylläisyydentunteeseen yhtä paljon. Molemmat proteiinit suurensivat kylläisyshormonien greliinin ja kolekystokiniinin pitoisuuksia (Bowen ym. 2006a). Samanlaisella asetelmalla tutkittujen hera-, soja- ja viljaproteiinien kylläisyysvaikutuksessa ei myöskään havaittu eroavaisuuksia erilaista proteiinia saavien ryhmien välillä (Bowen ym. 2006b). Diabeetikoilla tehdyssä tutkimuksessa nousi esiin proteiinien imeytymisnopeuden vaikutus ruoansulatuspeptidien erittymiseen. GLP-1 ja GIP:n

pitoisuudet suurenivat heraproteiinien nauttimisen jälkeen enemmän kuin kaseiiniproteiinin nauttimisen jälkeen (Nilsson ym. 2007).

2.4.4.2 Yhteenveto heraproteiinin vaikutuksista kylläisyyteen

Heraproteiinin vaikutuksista kylläisyyteen, ruokahaluun ja kylläisyyttä sääteleviin hormoneihin on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia. Vaikutuksia on selvitetty useissa ihmiskokeissa, jotka saavat tukea muutamista rottakokeista saaduista kylläisyyden mekanismeihin liittyvistä tuloksista. Syntynyt kylläisyyden tunne välittyy todennäköisesti fysiologisten mekanismien ja ruoansulatuskanavasta erittyvien kylläisyshormonien yhteisvaikutusten kautta. Heraproteiini voi olla potentiaalinen kylläisyyttä lisäävä komponentti, mutta vielä ei ole selkeää näyttöä, että se lisäisi kylläisyydentunnetta muita proteiinilähteitä enemmän. Tehdyt tutkimukset ovat myös olleet melko lyhytkestoisia, sillä useimmiten heraproteiinin vaikutuksia on tarkasteltu muutama tunti sen nauttimisen jälkeen. Useassa tutkimuksessa on subjektiivisten kylläisyyden tuntemusten lisäksi oltu kiinnostuneita heraproteiinin vaikutuksista seuraavalla aterialla syödyn ruoan määrään.

Heraproteiinin mahdollisesti tehostamasta kylläisyyden tunteesta voi olla hyötyä esimerkiksi painonhallitsijoille, muttei välttämättä hauraille ikääntyneille. Kylläisyysvaikutuksia tulisi tutkia laajasti myös ikääntyneillä, sillä ikääntyvä elimistö saattaa reagoida erilaisten proteiinien aiheuttamiin kylläisyystekijöihin poikkeavasti. Ikääntyneiden ravitsemushoidossa käytetyn heraproteiinin toivotaan parantavan ikääntyneiden ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa, eikä lisäävän kylläisyyttä ja vähentävän ruokahalua sekä syödyn ruoan määrää. Tutkimuksia erilaisten proteiinilähteiden, aminohappokoostumusten ja annosten aiheuttaman energia - ja proteiinimäärän vaikutuksesta kylläisyyden tunteeseen, syödyn ruoan määrään ja ravinnonsaantiin eri-ikäisillä ihmisillä tulleen tarvitsemaan edelleen.

3 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen poikkileikkausastelman tavoitteena oli selvittää, onko sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden välillä eroja ravinnonsaannissa ja ravitsemustilassa (MNA) tutkimuksen alkutilanteessa. Lisäksi selvitettiin yhteyksiä tutkimushenkilöiden ravinnonsaannin ja taustamuuttujien, kuten toimintakyky- ja muistimittareiden välillä.

Tutkimuksen interventio-osan tavoitteena oli selvittää sarkopeniakriteerit täyttävillä ikääntyneillä tehtävän kuuden kuukauden hoitokokeen vaikutusta ravinnonsaantiin. Tavoitteena oli myös tarkastella tutkimusryhmien välisiä eroja energian ja ravintoaineiden saannissa saannissa kuuden kuukauden kohdalla.

Poikkileikkausasetelman tutkimuskysymys

Eroaako ravinnonsaanti ja ravitsemustila sarkopenisilla ja ei-sarkopenisilla tutkimushenkilöillä tutkimuksen alkutilanteessa?

Onko ravinnonsaannilla yhteyksiä tutkimuksen toimintakykymittareihin?

Intervention tutkimuskysymys

Eroaako ravinnonsaannin muutos tutkimusryhmien välillä kuuden kuukauden kohdalla?

Vaikuttaako runsasproteiininen heraproteiinivalmiste muuhun ravinnonsaantiin?

Poikkileikkaustutkimuksen hypoteesi:

Ryhmien välillä on eroja ruoankäytössä ja ravitsemustilassa tutkimuksen alussa. Sarkopenisten tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti ja ravitsemustila on huonompi kuin ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden.

Interventiotutkimuksen hypoteesi:

Heraproteiinivalmistetta käyttävien tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti ja ravitsemustila on intervention kuuden kuukauden kohdalla parempi kuin verrokkivalmistetta käyttävien.

4 Aineisto ja menetelmät

Pro gradu-tutkimus toteutettiin osana Porvoossa vuonna 2012 alkanutta lihaskato- ja ravitsemustutkimusta. Porvoon tutkimus on satunnaistettu, lumekontrolloitu ja kaksoissokkoutettu kliininen tutkimus, joka toteutetaan 75 vuotta täyttäneille Porvoossa kotonaan asuville ikääntyneille. Lihaskato- ja ravitsemustutkimuksen tavoitteena on selvittää ravitsemuksellisen ja liikunnallisen hoidon vaikutuksia ikääntyneiden toimintakykyyn. Osana tätä laajempaa tutkimusta toteutettu pro gradu-tutkimus tehtiin Valio Oy:n toimeksiantona. Valio toimittaa Porvoon tutkimuksen hoitokokeeseen tutkimusvalmisteet.

4.1 Tutkimushenkilöt

4.1.1 Tutkimushenkilöiden rekrytointi ja seulonta

Tutkimus alkoi laajalla rekrytoinnilla, jossa 75-vuotiaat ja vanhemmat porvoolaiset (n=3275) ikääntyneet saivat kotiinsa kirjekyselyn, jolla kartoitettiin henkilöiden taustatiedot: yleinen terveydentila, elintavat, lihaskunto, liikuntatottumukset, ravitsemustila, ravitsemukseen liittyvä elämänlaatu ja elämän asenteet. Kyselyyn sisältyi myös kotona suoritettava tuoliltanousutesti, jossa henkilöt laskivat minuutin aikana suoritettavat tuoliltanousukerrat itsenäisesti. Kirjekyselyn saaneille kotihoidon asiakkaille tehtiin rutiinihoitojen yhteydessä hoitajien toimesta tuolitestin lisäksi vielä puristusvoiman mittausta ja ravitsemustilan seulontatesti. Kirjekyselyn mukana lähetettiin tiedote tutkimuksesta ja palautettava suostumuslomake tutkimukseen osallistumisesta. Kotihoidon asiakkailta pyydettiin lisäksi lähiomaisen tai tarvittaessa omahoitajan suostumus, mikäli ikääntyneen kognitio oli heikentynyt.

Tutkimuksen suostumuslomakkeen palauttaneille henkilöille tehtiin sarkopenian diagnostisten kriteerien mukaiset mittaukset terveystietokeskuksen vastaanotolla tai tarvittaessa tutkimushenkilöiden kotona. Tutkimushenkilöt luokiteltiin lihasmassan ja -voiman sekä fyysisen toimintakyvyn mittausten avulla sarkopenian vaikeusasteen mukaan neljään luokkaan (Taulukko 3). Samalla vastaanottokerralla pyrittiin kartoittamaan sarkopenian taustalla olevia tekijöitä - ikääntymistä, liikkumattomuutta, sairauksia ja ravitsemusta. Tutkimuksen alussa tietoa ravinnonsaannista kerättiin sekä sarkopenisiltä että ei-sarkopenisiltä tutkimushenkilöiltä ruokapäiväkirjojen avulla.

Sarkopenian diagnostiset kriteerit täyttäviltä eli heikentyneen lihasmassan ja joko heikentyneen lihasvoiman tai suorituskyvyn omaavilta henkilöiltä pyydettiin kirjallinen suostumus lihaskato- ja

ravitsemustutkimuksen yhteensä 12 kuukautta kestävään hoitokokeeseen. Koko tutkimukseen pyrittiin löytämään yhteensä 200–300 sarkopenista, tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteeristön (Taulukko 4) täyttävää ikääntynyttä. Pro gradu -tutkimuksen interventio-osaan pyrittiin saamaan mukaan kaikki elokuun 2012 loppuun mennessä hoitokokeeseen rekrytoidut ikääntyneet (n=58). Tutkimuksen hoitokokeeseen mukaan suostuneet tutkimushenkilöt satunnaistettiin kolmeen hoitokoeryhmään: 1. Ravitsemus- ja liikuntaohjeistuksen lisäksi verrokkivalmistetta käyttävään ryhmään ja 2. Ravitsemus- ja liikuntaohjeistuksen lisäksi heraproteiinivalmistetta käyttävään ryhmään ja 3. Suositusten mukaisia ravitsemus – ja liikuntaohjausta noudattavaan ”kotikonstit”-ryhmään,

Taulukko 3. Sarkopenian diagnostiset kriteerit ja vaikeusasteet					
Vaikeusaste	Lihasmassa		Lihasvoima		Suorituskyky ^c
1. Ei sarkopeniaa	Normaali	+	Normaali	+	Normaali
2. Pre-sarkopenia	↓ ^a	+	Normaali	+	Normaali
3. Sarkopenia	↓ ^a	+	↓ ^b	TAI	↓ ^c
4. Vaikea sarkopenia	↓ ^a	+	↓ ^b	+	↓ ^c
^a Pituuteen suhteutettu lihasmassa vähintään 2 SD alle nuorten terveiden aikuisten					
^b Alhainen puristusvoima (miehet < 30kg, naiset < 20kg)					
^c Tavanomainen kävelynopeus < 0,8 m/s					

Taulukko 4. Tutkimukseen sisäänottokriteerit

-
- Asuu kotona Porvoossa ja on vuoden 2012 alussa vähintään 75-vuotias
 - Kykenee kävelemään omatoimisesti sisätiloissa (apuvälineen käyttö on sallittua)
 - Alhainen pituuteen suhteutettu lihasmassa (ks. taulukko 3).
 - Kävelynopeus < 0,8 m/s ja/tai heikko puristusvoima (miehet<30kg, naiset<20kg).
 - Ei sydämen tahdistinta tai kookkaita kehon metalliosia (esim. suurten nivelten tekonivelet).
-

4.2 Eettiset näkökohdat

Porvoon lihaskato- ja ravitsemustutkimus on saanut puoltavan lausunnon HUS:n sisätautien eettiseltä toimikunnalta (190/13/03/01/11), ja lisäksi Porvoon sosiaali- ja terveystoimi on myöntänyt tutkimukselle erillisen tutkimusluvan. Eettinen arviointi oli välttämätöntä, sillä tutkimuksessa puututaan hoitokokeen aikana tutkimushenkilöiden koskemattomuuteen. Pro gradu –työnä toteutettava osatutkimus ei edellyttänyt tutkimushenkilöiltä mitään lisätoimia, jonka vuoksi tämä tutkimus on saman eettisen luvan alainen. Tutkimus oli vapaaehtoinen, eikä sen katsottu aiheuttavan riskejä tutkimushenkilöille. Tutkimuksessa käytettävien maitopohjaisten valmisteiden ei ole havaittu aiheuttavan merkittäviä haittavaikutuksia ja molemmat tutkimusvalmisteet olivat turvallisia. Kaikki tutkimuksen hoitokokeeseen osallistuneet ikääntyneet saivat henkilökohtaisen ohjeistuksen laadukkaasta ruokavaliosta ja kotiliikunnasta, joten ketään ei jätetty hoitamatta. Tutkimushenkilöt allekirjoittivat tutkimuksen alussa kirjalliset suostumuslomakkeet ja heille tehtiin tiedettäväksi, että he saattoivat missä tahansa vaiheessa lopettaa tutkimuksen ja päättää ettei heidän tietojiaan saa käyttää tutkimuksen tekoon.

4.3 Tutkimusasetelmat

Pro gradu -tutkimus jakautui kahteen tutkimusasetelmaan. Tutkimuksen alussa sarkopenisten ja ei-sarkopenisten ikääntyneiden ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa tarkasteltiin poikkileikkausasetelmalla. Interventioasetelmalla tutkittiin tutkimuryhmien ravinnonsaannin muutoksen eroja kuuden kuukauden kohdalla ja tarkasteltiin käytettyjen tutkimusvalmistiedien vaikutuksia ravinnonsaantiin.

Ensimmäisellä tutkimusvastaanotolla terveysasemalla tai tutkimushenkilöiden kotona tehtiin ikääntyneille fyysisen suorituskyvyn mittaukset, johon kuuluivat sarkopenian diagnostisten kriteerien mukaiset toimintakykymittaukset, antropometriset mittaukset, muistitesti, ruokavalion laadun kysely sekä taustatietokysymykset. Samalla vastaanotokerralla annettiin ohjeistus myös ruokapäiväkirjan täyttämiseen ja liikuntaan. Sarkopenian kriteerit täyttävälle tutkimushenkilölle kerrottiin lisäksi hoitokokeesta ja selvitettiin heidän mielenkiintonsa jatkaa tutkimuksessa. Pro gradun poikkileikkausasetelman data kerättiin tutkimuksen alkumittauksen yhteydessä ikääntyneille jaettujen kotona täytettävien ruokapäiväkirjojen ja ravitsemustilaa kuvaavien kysymysten avulla.

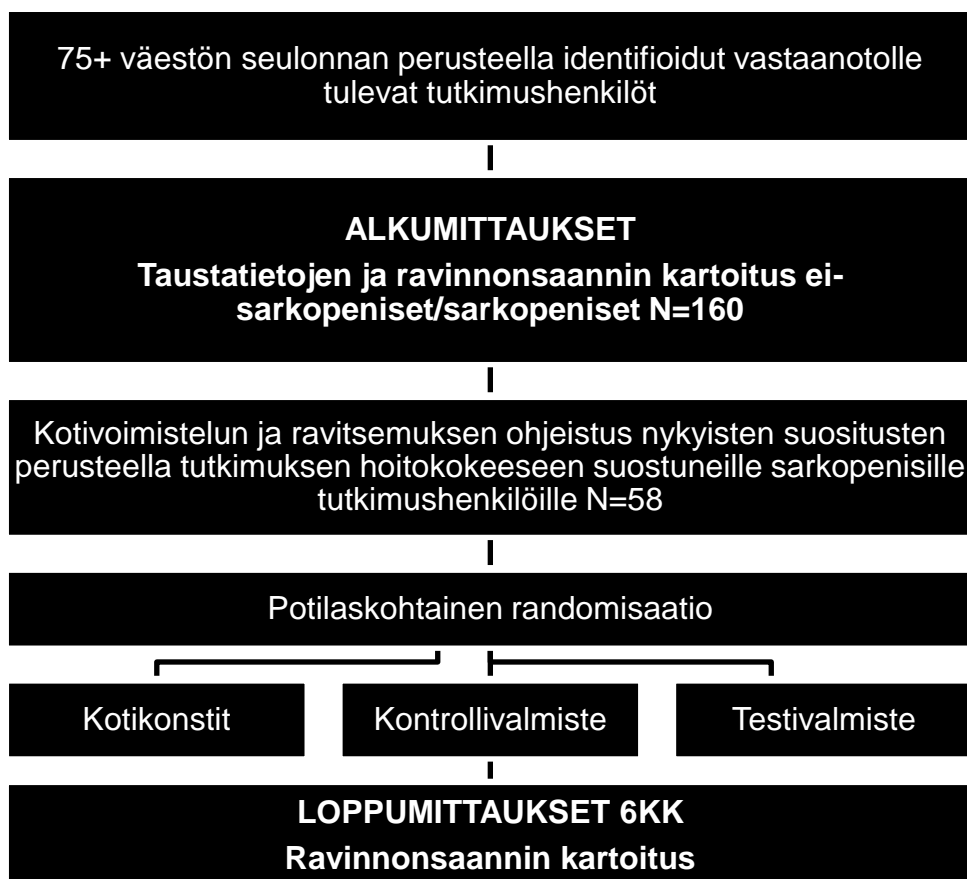
Poikkileikkausasetelman lisäksi tutkimuksen hoitokokeeseen suostumuksensa antaneille sarkopenian diagnostiset kriteerit täyttävälle tutkimushenkilölle toteutettiin puolen vuoden mittainen interventiotutkimus. Interventiotutkimuksen lopulliset tulokset hoitokokeen vaikuttavuudesta saadaan Porvoon tutkimuksen valmistuttua. Pro gradussani keskityin tarkastelemaan tutkimushenkilöiden ravinnonsaantia ja ravitsemustilaa sekä arvioimaan intervention vaikutusta ravinnonsaantiin. Porvoon lihaskato- ja ravitsemustutkimuksen hoitokokeessa ravitsemuksen rinnalla havainnoidaan myös liikunnan vaikutuksia, joita ei pro gradun aiheen rajauksen takia otettu tutkimukseen mukaan.

Hoitokokeen alussa tehdyt mittaukset toistettiin tutkimuksen kuuden kuukauden kohdalla, jolloin tutkimushenkilöt saivat myös ruokapäiväkirjat uudelleen täytettäväkseen. Intervention data saatiin kerättyä sarkopenisten tutkimushenkilöiden kuuden kuukauden kohdalla täyttämien ruokapäiväkirjojen avulla. Kuvassa 10 on kuvattu pro gradu – työn eri vaiheita ja tutkimuksen etenemistä.

Hoitokokeen alussa tutkimushenkilöiden saama liikunta- ja ravitsemusohjeistus annettiin tutkimusvastaanoton tai tutkimuskotikäynnin yhteydessä. Ravitsemusohjeistuksessa tutkimushenkilöille kerrottiin monipuolisen marjoja, hedelmiä ja kasviksia, sekä rasvaista kalaa sisältävän ruokavalion terveyshyödyistä. Annettu ravitsemusohjeistus perustui Valtion ravitsemusneuvottelukunnan suosituksiin. Tutkimushenkilöille suositeltiin myös ikääntyneiden

ravitsemussuosittelusten (kts. Suominen ym. 2010) mukaista D-vitamiinilisän käyttöä sekä kalsiumia ja proteiinia sisältäviä elintarvikkeita päivittäiseen käyttöön. Suullisen ohjeistuksen lisäksi tutkimushenkilöt saivat lyhyen kirjallisen ohjeistuksen lihaskunnon ylläpitämisestä ravitsemuksen ja liikunnan keinoin (Liite 1) sekä kuvalliset ohjeet runsaasti proteiinia sisältävistä elintarvikevaihtoehdoista ja suositelluista käyttömääristä (Liite 2). Lisäksi tutkimushenkilöille jaettiin Suomen Muistiasiantuntijoiden kirjoittama ikääntyneiden ravitsemusopas, jonka avulla ikääntyneet saattoivat halutessaan itse lukea terveellisestä ruokavaliosta ja sen eduista tarkemmin.

Tutkimushenkilöitä pyydettiin ravitsemusohjeistuksen yhteydessä välttämään Valion Profeel-tuotteita, minkä lisäksi tutkimushenkilöiden ruokavaliolle ei asetettu muita rajoitteita ja muiden maitotuotteiden käyttö oli sallittua. Liikunnan osalta tutkimushenkilöitä kannustettiin mihin tahansa itselle sopivaan fyysiseen aktiivisuuteen ja kehoitettiin välttämään täyttä liikkumattomuutta. Lisäksi tutkimushenkilöt saivat vastaanotolla suullisen ja kirjallisen ohjeistuksen Ikäinstituutin viiden liikkeen kotivoimisteluojelmaan (Liite 3). Kotivoimisteluliikkeet sopivat erikuntoisille ikääntyneille.



Kuva 10. Lihaskato- ja ravitsemustutkimuksen etenemiskaavio

4.4 Tutkimusvalmiste interventiossa

Tutkimuksen seulantavaiheen jälkeen sarkopeniset tutkimushenkilöt satunnaistettiin testi- ja verrokkiryhmiin tietokoneella luotujen satunnaisten lukujen (1-3) avulla. Tutkimuskoodi oli tutkimusryhmän ulkopuolisen henkilön tiedossa Valion tutkimusosastolla ja koodia säilytettiin lukollisessa tilassa. Tutkimusasetelma oli kaksoissokkoutettu ja tutkimuksen koodi avattiin vain väliaikaisesti pro gradu -työn käyttöön. Tutkimuksen vastaavalle lääkärielle tai tutkimushenkilöille ei avattu koodia ennen koko Porvoon tutkimuksen päättymistä. Tutkimuksen testiryhmällä oli käytössään Valion runsasproteiininen, maitopohjainen juoma (PROfeel-valmiste) ja verrokkiryhmällä isoenerginen, maltodekstriinillä täydennetty maitopohjainen juoma (Kidius). Tutkimuksen kontrolliryhmä sai ainoastaan liikunta- ja ravitsemusohjeistusta. Tutkimushenkilöt eivät saaneet tietää mihin ryhmään he kuuluivat, mutta heille kerrottiin tutkimusvalmisteiden olevan maitopohjaisia sekä laktoosittomia ja sisältävän joko runsaasti proteiinia tai hiilihydraatteja.

Molemmat tutkimusvalmisteet sisälsivät saman verran energiaa ja suositeltu kerta-annos (250 ml) sekä päivittäinen määrä (500 ml) olivat yhtä suuri molemmilla ryhmillä. Testivalmisteiden proteiineista 50 %, eli 10 grammaa oli heraproteiineja ja verrokkivalmisteiden proteiineista 20 %, eli 0,5 grammaa oli heraproteiineja. Tutkimusvalmisteet olivat mansikan makuisia ja maku säilyi samana koko intervention ajan. Testi- ja verrokkivalmisteiden ravintosisällöt on esitetty Taulukossa 5. Tutkimushenkilöitä ohjeistettiin nauttimaan kaksi annosta (yhteensä 500 ml) tutkimusvalmistetta päivittäin sekä suullisten että kirjallisten ohjeiden avulla. Valmisteet kehoitettiin nauttimaan aina omatoimisen liikunnan jälkeen aamu- ja iltapäivällä. Tutkimushenkilöille annettiin myös mahdollisuus nauttia valmiste vain osittain, mikäli kerta-annos tuntui liian suurelta. Tutkimushenkilöitä ohjeistettiin kirjaamaan tarkasti päivittäin nautittu todellinen määrä tutkimuksen alussa jaettuihin tutkimuspäiväkirjoihin. Tutkimustuotteita toimitettiin tutkimushenkilöille kotiin kerran kuukaudessa. Tuotteet oli pakattu identtisiin valkoisiin tetroihin, niin, ettei pakkauksesta pystynyt päättämään kummasta tuotteesta oli kyse.

Taulukko 5. Testi- ja verrokkivalmisteen päivittäisen annoksen 500 ml ravintosisältö

	Testivalmiste	Verrokkivalmiste*
Energia (kcal)	340	340
Proteiini (g)	40	5,0
Leusiini (g)	3,8	
Hiilihydraatti (g)	34	72
Rasva (g)	5,0	3,5

*Verrokkivalmisteenä käytettyyn mansikkaiseen Kidius-juomaan lisättiin maltodekstriiniä (yht 30 g) valmisteiden energiamäärien vakioimiseksi

4.5 Menetelmät

4.5.1 Antropometriset mittaukset

4.5.1.1 Painon ja pituuden mittaaminen

Pro gradu-työhön sisällytettiin ainoastaan tutkimushenkilöiden alkutilanteen antropometrisiä mittauksia. Tutkimushenkilöiden paino mitattiin tutkimusvastaanotolla tai kotikäynnillä digitaalista vaakaa käyttäen (OBH Nordica 6224, Sweden). Painoa mitattaessa tutkimushenkilöitä pyydettiin riisumaan painavimmat päällysvaatteet, kengät sekä kellot ja ottamaan taskusta turhat tavarat pois. Saatu painotulos kirjattiin ylös sadan gramman tarkkuudella. Pituus mitattiin pituuden mittaukseen tarkoitetulla työntömittalaitteella (Kawe, Germany). Pituutta mitattaessa tutkimushenkilöitä pyydettiin seisomaan selkä seinää vasten ryhdikkäästi kantapäät kiinni seinässä. Saatu pituus kirjattiin ylös senttimetrin tarkkuudella.

4.5.2 Toimintakyvyn mittaukset

Sarkopenia määritellään lihasmassan ja lihaksen toiminnallisuuden avulla (Cruz-Jentoft ym. 2010). Mitattavina muuttujina käytetään lihasmassaa ja -voimaa sekä fyysistä suorituskkyä, joiden mittaamiseen tulee valita tarkka, toistettava ja ikääntyneille sopiva menetelmä (Cruz-Jentoft ym. 2010). Sarkopenian diagnostisen kriteeristön mukaan pituuteen suhteutetun lihasmassan tulee olla vähintään kahta keskihajontaa (2SD) nuoria, terveitä aikuisia alhaisempi (alaraajaindeksi naisilla $<1,50$ ja miehillä $<2,06$), puristusvoiman tulee olla alentunut (miehillä $\leq 30\text{kg}$, naisilla $\leq 20\text{kg}$) ja tavanomaisen kävelynopeuden hidastunut ($< 0,8 \text{ m/s}$) (Cruz Jentoft ym. 2010). Tutkimuksessa on käytetty bioimpedanssi spektroskopiaa lihasmassan, puristusvoimatestiä lihasvoiman ja kävelytestiä fyysisen suorituskkyvyn määrittämisessä. Valitut toimintakykytestit ovat soveltuvia monenlaisiin testiolosuhteisiin ja ne oli helppo toteuttaa erikuntoisille ikääntyneille sekä terveysaseman tutkimusvastataantolla että kotikäynneillä.

4.5.2.1 Kehonkoostumus

Kehon rasvapitoisuuden ja lihasmassan mittaukseen voidaan käyttää epäsuoria menetelmiä, joissa yhdestä tai useammasta kehon ominaisuudesta lasketaan kehonkoostumus matemaattisten kaavojen avulla (Fogelholm 2006). Mittausmenetelmät perustuvat lihas - ja rasvakudoksen tiheyden, säteilyläpäisevyyden ja sähkönjohtokkyvyn eroihin, joiden avulla saadaan laskettua arvio

kehonkoostumuksesta. Kehonkoostumusta voidaan määrittää joko laboratorio – tai kenttämenetelmien avulla, joiden välillä voi olla suurtakin vaihtelua. Menetelmien sisäinen vaihtelu on kuitenkin menetelmien välistä vaihtelua pienempää. Myös lihasmassaa mitattaessa eri mittaussmenetelmät saattavat antaa vaihtelevia tuloksia (Fogelholm ym. 2006, Björkman ym. 2012).

Lihasmassan mittaamiseen suositellaan laboratoriomenetelmistä magneettikuvausta, tietokonetomografiaa tai kaksiennergisen röntgensäteiden absorptiometriä (engl. Dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA tai DXA). Magneettikuvaus ja tietokonetomografia ovat lihasmassan määrittämisen tutkimusstandardeja ja DEXA on kliiniseen käyttöön tarkoitettu vaihtoehtoinen metodi. Nämä menetelmät ovat kuitenkin kalliita, altistavat säteilylle ja etenkin DEXA:n tapauksessa laitteen kuljettaminen on ongelmallista (Chien ym. 2008).

Kenttämenetelmät, kuten bioimpedanssianalyysi perustuvat yksi - tai monitaajuiseen sähkövirtaan ja sen kulkuun elimistössä, jonka avulla yksinkertaisesti mitattavat ominaisuudet voidaan muuntaa kehonkoostumusta kuvaaviksi arvoiksi. Laite käyttää sähkönjohtavuuden lisäksi hyväkseen tutkimushenkilöiden tietoja: painoa, pituutta, ikää ja sukupuolta. Bioimpedanssi on edullinen, helppokäyttöinen sekä toistettava menetelmä (NIH 1996). Bioimpedanssilla saadut tulokset korreloivat hyvin magneettikuvausmenetelmän tulosten kanssa, ja menetelmää pidetään hyvänä vaihtoehtona DEXA:lle (Janssen ym. 2000). Segmentaalinen monitaajuuksinen bioimpedanssianalyysi - tai spektroskopia voi olla jopa perinteistä bioimpedanssimenetelmää tarkempi metodi (Yamada ym. 2010, Ling ym. 2011, Björkman ym. 2012). Bioimpedanssi spektroskopia korreloi ravitsemustilaa kuvaavan MNA-testin tulosten kanssa ja menetelmällä mitattu pohkeen matala lihasindeksi on yhteydessä heikentyneeseen liikkuvuuteen (Björkman ym. 2012). Bioimpedanssi spektroskopia mittaa kehon sähkönjohtavuutta useilla eri taajuuksilla ja mahdollistaa näin solunsisäisen resistenssin laskemisen. Solunsisäinen resistenssi kuvaa solunsisäisen veden määrää. Rasva – ja luusolujen vesipitoisuus on hyvin pieni ja lihassolujen vesipitoisuus suuri, jonka vuoksi menetelmän on ajateltu toimivan hyvin alaraajan luurankolihasien määrittämisessä (Jaffrin ym. 2008).

Mahdollisesta virheherkkyydestään huolimatta menetelmää voidaan pitää raajojen alueella verrattain hyvänä lihasmittarina, jonka avulla kehonkoostumus voitiin määrittää myös tutkimuksen kotikäynneillä. Tutkimushenkilöiltä mitattiin segmentaalisella bioimpedanssi spektroskopiolla (SFB7, ImpediMed Ltd., Eight Miles Plains, Queensland, Australia) lihasmassaa kuvaavaa pohkeen lihasindeksiä, jolle on osana tutkimusta vertailuarvoksi mitattu myös nuorten terveiden aikuisten

lihasindeksi. Nuorten aikuisten keskiarvosta voidaan vähentää 2SD poikkeamaa pois, jolloin sitä voidaan käyttää vertailuarvona ikääntyneille.

Elimistön nestepitoisuuden muutokset saattavat aiheuttaa virhettä kehonkoostumuksen mittaustuloksiin, jonka vuoksi tutkimushenkilöt ohjeistettiin paastoamaan vähintään neljän tunnin ajan ennen mittauksia ja tyhjentämään virtsarakkonsa ennen tutkimukseen tuloa. Tutkimushenkilöitä pyydettiin myös välttämään edellisen vuorokauden aikaista hikoilua ja runsasta alkoholin käyttöä, joilla olisi saattanut olla vaikutusta mittaustuloksiin. Mittaus tehtiin tutkimushenkilöiden maassa selällään mittauskohdan iho paljaana. Mittauspaikat olivat nilkka, jalkapöytä, polven sivu, ranne ja sormen tyvi.

4.5.2.2 Lihasvoima

Samanikäisten ihmisten voimatasot voivat olla hyvin erilaiset ja lihaksen voimantuottoa voidaan mitata monenlaisilla menetelmillä. Puristusvoiman mittaus on usein lihasvoiman määrittämisessä käytetty menetelmä. Heikko puristusvoima kuvaa huonontunutta toimintakykyä matalaa lihasmassaa paremmin (Laurentani ym. 2003, Cruz-Jentoft 2010). Isometrinen puristusvoimamittaus korreloi raajojen lihasvoiman, polven ojennuksen sekä pohkeen poikkileikkauspinta-alan välillä (Laurentani ym. 2003). Heikko puristusvoima on yhteydessä heikentyneeseen toimintakykyyn, vaikeuksiin arkiaskareiden hoidossa, sairauskomplikaatioihin ja jopa suurentuneeseen kuolleisuuden riskiin. (Laukkanen ym. 1995, Rantanen ym. 2000 Syddall ym. 2003, Laurentani ym. 2003, Al Snih ym. 2004, Bohannon ym. 2007).

Tutkimushenkilöiltä mitattiin puristusvoimaa helppokäyttöisellä Saehan-Korea dynamometrillä (JAMAR dynamometer, Saehan Corp. Masan, Korea). Ennen puristusvoimamittausta tutkimushenkilöitä ohjeistettiin istumaan tuolissaan ryhdikkäästi ja pitämään laitteesta kiinni kyynervarsi koukussa. Kyynervartta sai tukea tuolin käsinojalla tai käden sai nostaa 90-asteen kulmaan irti käsinojasta ja puristusvoimalaitteen tuli osoittaa suoraan eteenpäin. Tutkimushenkilöä kannustettiin puristamaan puristusvoimalaitetta hetken aikaa niin lujaa kuin mahdollista. Puristusvoiman mittaus toteutettiin kaksi kertaa molemmilla käsillä ja saaduista mittaustuloksista laskettiin keskiarvo.

4.5.2.3 Fyysinen toimintakyky

Myös fyysistä toimintakykyä voidaan mitata erilaisilla testimenetelmillä. Short Physical performance battery (SPPB) on yksi paljon käytetyistä testimenetelmistä. SPPB:hen kuuluu tavanomaisen kävelynopeuden mittaaminen, kuuden minuutin kävelytesti ja istumaannousutesti sekä tasapainoon liittyvä testi (Working Group on Functional Outcome measures for clinical trials in frail older persons 2008). Fyysistä suoriutumista voidaan testata myös pelkällä kävelytestillä, sillä se kuvaa ikääntyneiden toimintakykyä hyvin (Guralnik ym. 2000). Kävelynopeuden avulla todettu heikentynyt fyysinen kunto on yhteydessä suurentuneeseen kuolleisuusriskiin yli 75-vuotiailla (Laukkanen ym. 1995, Cesari ym. 2009). Myös hitaamman askelnopeuden ja jo viiden prosentin painonlaskun on havaittu olevan yhteydessä suurentuneeseen kuolleisuuteen (Newman 2001).

Tutkimuksessa käytettiin neljän metrin kävelynopeustestiä, jossa tutkimushenkilöitä pyydettiin kävelemään kyseinen matka tavanomaisella kävelyvauhdillaan. Kävelymatka oli mitattu tutkimusvastaanotolla valmiiksi käytävälle. Tutkimushenkilöiden kotona kävelymatka mitattiin mittanauhan avulla esimerkiksi tutkimushenkilöiden eteiseen tai olohuoneeseen, missä kävelytilaa oli parhaiten. Tutkimushenkilöt kävelivät matkan ilman apuvälineitä, mikäli se oli mahdollista. Useimmiten kävely apuvälineittä onnistuikin ja apuvälineitä käytettiin vain liikkumisen ollessa muuten mahdotonta.

Fyysistä toimintakykyä voidaan kartoittaa lisäksi FyTo-testillä, joka on osana Yhdysvalloissa kehitettyä "RAND 36-item health survey 1.0" (RAND-36) terveyteen liittyvän elämänlaadun mittaristoa (Hays ym. 1993). Mittariston tavoitteena on kartoittaa terveydentilaa ja hyvinvointia kahdeksalla eri ulottuvuudella, joita ovat koettu terveydentila, fyysinen toimintakyky, psyykinen hyvinvointi, sosiaalinen toimintakyky, tarmokkuus, kivuttomuus sekä fyysisistä ja psyykkisistä syistä johtuvat ongelmat. Mittaristo sisältää myös terveydentilan muutosta kuvaavan kysymyksen. Kysymyksillä saadaan selville myös erittäin hyvä- ja huonokuntoisten ääripäihin kuuluvien välissä olevien ikääntyneiden toimintakyvyn rajoituksia.

RAND-36 kyselystä on myös suomenkielinen versio, joka on kehitetty Stakesin Terveystieteiden tutkimus- yksikön, Terveystieteiden- ja hyvinvoinnin laitoksen Epidemiologian ja terveyden edistämisen osaston sekä yhdysvaltalaisen RANDin yhteistyönä. Mittaristoa käytetään eri puolella Eurooppaa ja useat tutkimukset kuvaavat sen luotettavuutta (Garratt ym. 1993, Bullinger 1995, Sullivan ym. 1995).

Tutkimushenkilöt saivat RAND-36 kyselyn kotiinsa täytettäväkseen ja kyselyn täyttäminen ohjeistettiin lyhyesti tutkimusvastaanotolla. FyTo-kysymyspatteristossa selvitetään kuinka paljon fyysiset ja erilaisia ponnisteluja vaativat toiminnot, kuten tavaroiden kantaminen, vartalon taivuttaminen, rappusten nousu ja eripituiset kävelymatkat rajoittavat arkielämän toimintoja. Vastausvaihtoehdot ovat 1—3 (1= kyllä rajoittaa paljon 2=kyllä rajoittaa hiukan 3=ei rajoita lainkaan). Testin yhteenlaskettu (0-100) pistemäärä kuvaa henkilön kokemaa fyysistä toimintakykyä, missä suurempi pistemäärä osoittaa parempaa toimintakykyä. Parhaassa tapauksessa terveydentila ei rajoita vaativiakaan ponnistuksia, kuten rasittavia urheilusuorituksia ja heikoimmillaan terveydentila tuottaa suuria vaikeuksia liikkumiseen ja henkilökohtaisista arkitoiminnoista suoriutumiseen.

4.5.3 Kognitio

Tutkimushenkilöiden kognitiota arvioitiin Minimental State Examination -mittarin avulla (MMSE) (Folstein ym. 1975). MMSE – mittari on yleisesti käytössä perusterveydenhuollossa henkisen toimintakyvyn heikkenemistä ja dementoitumista arvioitaessa. Mittari sisältää tehtäviä ja kysymyksiä kognition eri osa-alueilta, jotka antavat kuvaa tutkimushenkilön muistista sekä keskittymis- ja hahmottamiskyvystä. Testipistemäärät vaihtelevat 0-30 pisteen välillä ja normaalin kognition karkeat rajat ovat 25–30 pisteen välillä. Lievää muistihäiriötä kuvataan 18–24 pisteellä, keskivaikeaa muistihäiriötä 10–20 pisteellä ja vaikeaa muistihäiriötä alle 12 pisteellä. Ikä ja koulutustausta ovat yhteydessä MMSE-pisteisiin. MMSE-testi antaa karkean kuvan tutkimushenkilön kognition tilasta, mutta hyvät testipisteet eivät välttämättä anna koko kuvaa henkilön muistista (Hänninen ym. 2006). MMSE – mittari ei tunnista erityisen hyvin varhaisen muistiongelman merkkejä, jotka tulee seuloa tarkemmalla testimenetelmällä, kuten CERAD:n (The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer`s Disease) kognitiivisella tehtäväsarjalla (Heyman ym. 1997). MMSE – mittari on kuitenkin helposti käytettävä ja perusterveydenhuollossa tunnettu mittari (Hänninen ym. 2006).

4.5.4 Ruokapäiväkirjat

Ravinnonsaantia arvioitiin tutkimushenkilöiden täyttämien kolmen päivän ruokapäiväkirjojen avulla. Tutkimushenkilöt saivat sekä suullisen että kirjallisen ohjeistuksen ruokapäiväkirjojen pidosta (Liite 4). Ruokapäiväkirjat täytettiin paperisille, valmiille ruokapäiväkirjalomakkeille (Liite 5). Ruokapäiväkirjojen kirjauspäiviksi ohjeistettiin valitsemaan kolme tutkimushenkilölle mahdollisimman tavanomaista päivää, joiden ei kuitenkaan tarvinnut olla peräkkäisiä. Annetussa ohjeistuksessa kehoitettiin kirjaamaan kaikkien ruokien ja juomien määrät sekä laadut mahdollisimman

tarkasti. Interventiossa mahdollista tutkimusvalmistetta ei tarvinnut kirjata ruokapäiväkirjaan, vaan sitä varten oli erillinen tutkimuspäiväkirja. Annoskokojen kirjaamisessa pyydettiin käyttämään talousmittoja, kappalemääriä ja painotietoja.

Palautuneet ruokapäiväkirjat tallennettiin AivoDiet-ohjelmaan (versio 2.0.1.4, Aivo Finland). Tallennustyössä tutkimushenkilöiden kirjaamat ruoka-aineet pyrittiin saamaan tallennettua mahdollisimman tarkasti ja todenmukaisesti. Ruoka-aineista etsittiin aina vastaava tai lähes vastaava elintarvike ja tarvittaessa ohjelmaan luotiin uusia reseptejä tai tuotteita, jotta tutkimusaineistosta saatiin mahdollisimman luotettava. Lisäksi tutkimushenkilöille soitettiin aina, mikäli tuotteen laadun raportoinnissa ilmeni tarkennustarvetta. Yleisimpiä puutteita raportoinnissa esiintyi margariinin, juuston, maidon ja jogurtin osalta. Tarkennustarvetta tuli noin puolella tutkimushenkilöistä, mutta puutteet kirjauksissa selvisivät tarkennussoittojen avulla. Sama henkilö tallensi kaikki ruokapäiväkirjat. Lopuksi kaikki tallennetut päiväkirjat tarkistettiin vielä kerran tallennusvirheiden minimoimiseksi.

Nautittujen tuotteiden painotiedot kirjattiin ohjelmaan grammoina. Mikäli tuotteiden kirjaamiseen oli käytetty talousmittoja tai kappalemääriä, arvioitiin syödyt tai juodut määrät annoskuvakirjan (Paturi ym. 2006) ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen Ruokamittoja-julkaisun avulla (Sääksjärvi ja Reinivuo 2004). Poikkileikkausasetelmassa käytettiin alkutilanteesta saatuja ruokapäiväkirjoja. Interventioasetelman tutkimusaineistona käytettiin sekä alkutilanteesta että kuuden kuukauden kohdalta saatuja ruokapäiväkirjoja. Tutkimushenkilön kuuden kuukauden kohdalle mahdollisesti kirjaamaan tutkimusvalmisteen käyttöä ei otettu mukaan ruokapäiväkirjatallennuksiin.

4.5.5 Ravitsemustilan arviointi

Tutkimushenkilöiden ravitsemustilaa arvioitiin Mini Nutritional Assessment (MNA)-mittarilla (Vellas ym. 1999). Ikääntyneen ravitsemustilan määrittämisessä paino ei nestetasapainon vaihtelun ja kehonkoostumusten muutosten takia kuvaa ikääntyneiden ravitsemustilaa yhtä luotettavasti kuin nuorilla ja keski-ikäisillä. MNA on validoitu työkalu ikääntyneiden ravitsemustilan arviointiin, joka ottaa monipuolisesti huomioon ravitsemustilan heikkenemiseen vaikuttavia tekijöitä. MNA huomioi ravinnonsaannin, fyysisen- ja psyykkisen terveydentilan, toimintakyvyn ja sosiaalisen ympäristön, joiden arvioinnin avulla voidaan laskea ravitsemustilaa kuvaava kokonaispistemäärä. Mittaristosta saatu kokonaispistemäärä jaottelee ikääntyneet vajaaravituihin (MNA < 17), vajaaravitsemuksen riskissä oleviin (MNA 17–23,9) ja niihin ikääntyneihin joiden ravitsemustilan on hyvä (MNA >24).

MNA:n avulla löydetty vajaaravitsemuksen riskissä olevat henkilöt hyötyvät ravitsemushoidosta kaikista eniten (Guigoz 2006). MNA on validoitu ja käytännöllinen tuhansilla ikääntyneillä käytetty mittari nopeaan ja yksinkertaisesti toteutettavaan ravitsemustilan tunnistamiseen (Kaiser ym. 2009) ja sitä käytetään ravitsemustilan arviointiin sairaalahoidossa, palvelutaloissa tai kotona asuvien ikääntyneillä (Vellas ym. 1999, Siljamäki-Ojansuu ym. 2003, Soini ym. 2004, Suominen 2005).

Tutkimushenkilöt saivat ensimmäisellä tutkimusvastaanotolla ohjeistuksen MNA-kysymysten täyttämiseen ja kysymyslomake täytettiin kotona omatoimisesti. Tässä työssä on käytetty n.s. lyhyttä MNA:ta (Liite 6) kuvaamaan tutkimuksen ikääntyneitä ja tarkastelemaan eroja ei-sarkopenisten ja sarkopenisten ikääntyneiden ravitsemustilassa. Lyhyessä MNA-testissä voidaan kuuden kysymyksen avulla seuloa henkilöt niihin, joilla on riski vajaaravitsemukseen ja niihin joilla riskiä ei ole. Lyhyessä MNA:ssa 0-7 pistettä saaneet vanhukset ovat aliravittuja, 8-11 pistettä saaneilla virheravitsemuksen riski on kasvanut ja 12-14 pistettä saaneilla on normaali ravitsemustila. Lyhyt MNA-testi riittää hyvin ryhmien ravitsemustilan erojen vertailuun, mutta yksilötasolla ravitsemustilaa tulee tarkastella pitkällä MNA-testillä. Pitkässä MNA:ssa vajaaravitsemuksen riskihenkilöillä jatketaan ravitsemustilan arviointia vielä 12 lisäkysymyksen avulla.

4.5.6 Tutkimusvalmisteen käytön arviointi: tutkimuspäiväkirjat

Tutkimushenkilöt pitivät tutkimuksen ajan päivittäin kirjaa liikunnastaan ja tutkimusvalmisteen käytöstä. Tutkimushenkilöt merkitsivät päiväkirjaan aamulla ja illalla suorittamansa liikunnan ja liikunnan jälkeen mahdollisesti nautitun tutkimusvalmisteen heille annettuun tutkimuspäiväkirjaan (Liite 7). ”Kotikonstiryhmä” kirjasi pelkästään päivittäin suorittamansa liikunnan vastaavanlaiseen liikuntapäiväkirjaan (Liite 8). Tutkimushenkilöitä kehoitettiin kuvaamaan tutkimusvalmisteen käyttöään skaalalla 0-2. Tutkimushenkilöt kirjasivat päiväkirjaansa nollan, jos tutkimusvalmistetta ei nautittu ollenkaan tai nautittu määrä oli hyvin pieni, ykkönen kirjattiin silloin kuin tutkimusvalmistetta oli nautittu noin puolet ja kakkonen, kun tutkimusvalmiste oli nautittu kokonaan tai lähes kokonaan.

Tutkimusvalmisteen käyttömäärät laskettiin tutkimuspäiväkirjaan merkityn tuotteen käytön perusteella. Tutkija kävi läpi jokaisen tutkimushenkilön kaikki tutkimuspäiväkirjat ja arvioi koko tutkimusjakson käytön kuuden kuukauden ajalla prosentteina (0-100 %). Valmisteen käyttö oli 100 %, mikäli tutkimushenkilö oli kirjannut kuuden kuukauden ajan nauttivansa päivittäin kaksi kertaa tutkimusvalmisteen kokonaan. Valmisteen käyttö oli sen sijaan 50 %:sta, mikäli tutkimushenkilö käytti

koko tutkimusjakson keskimäärin yhden tutkimusvalmisteen päivässä tai puoli tutkimusvalmistetta kaksi kertaa päivässä. Muu käyttö arvioitiin vastaavanlaisella tavalla. Tutkimusvalmisteen käytön arvioon otettiin mukaan myös päivät, joilloin tutkimusvalmisteen käyttöä ei oltu raportoitu päiväkirjaan.

Tutkimusvalmisteen kokonaiskäytön arviointi perustui tutkijan arvioon, mutta tutkija arvioi kaikkien tutkimushenkilöiden käytön samalla tavalla. Tutkija tarkisti tekemänsä arviot kahteen kertaan, jotta tehty arvio olisi mahdollisimman todenmukainen.

4.5.7 Koetut subjektiiviset hyödyt ja haitat

Kuuden kuukauden kohdalla tutkimusvastaanotolla tai kotikäynnillä tutkimushenkilöiltä kysyttiin heidän oma kokemuksensa siihen mennessä ilmenneistä hyödyistä ja haitoista. Tutkimusvalmisteryhmien tutkimushenkilöiltä kysyttiin, kokivatko he saaneensa juomasta jotain hyötyä tai haittaa. Tutkimushenkilöille näytettiin lisäksi paperilla -10–10 hyöty -ja -10–10 haitta-asteikkoa, jonka mukaan he määrittelivät oman mahdollisesti koettun valmisteen aiheuttaman subjektiivisen hyödyn ja haitan. Kotikonstiryhmältä kysyttiin samaa kokemusta suhteessa tutkimuksesta kokemaansa hyötyyn ja haittaan. Kaikkia tutkimushenkilöitä pyydettiin lisäksi kertomaan suullisesti, mistä mahdolliset koetut hyödyt tai haitat heidän mielestään johtuivat. Kaikki tutkimushenkilöiden kokemat mahdolliset hyödyt ja haitat kirjattiin ylös haastattelun ohessa. Kysely toteutettiin kaikille kolmelle tutkimusryhmälle, jolloin voitiin seurata myös pelkkää liikunta- ja ravitsemusneuvontaa saavan tutkimusryhmän omia kokemuksia tutkimuksen hyödyllisyydestä.

4.6 Aineiston hallinta ja käsittely

4.6.1 Tilastolliset menetelmät

Aineiston analysoinnissa käytettiin sekä Excel-tilukkolaskentaohjelmaa (versio 2007, Microsoft Oy, Espoo, Suomi) että SPSS-tilasto-ohjelmaa (versio 18, IBM SPSS, Chicago, IL, Yhdysvallat). Tulokset on esitetty keskiarvoina, keskihajontoina (SD), mediaaneina sekä keskivirheinä (SE).

Poikkileikkausasetelmassa vertailtiin sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden ja interventioasetelmassa testi- ja verrokkivalmisteen ja vain ravinto- ja liikuntaohjausta saaneiden välisiä eroja ravinnonsaannissa. Päämuuttujiksi valittiin kokonaisenergiansaanti (kcal/vrk) ja proteiinin (g/vrk) saanti. Toissijaisia ravintoainemuuttujia olivat hiilihydraatin (g/vrk), rasvan (g/vrk) ja kuidun (g/vrk) sekä suojaravintoaineista C-vitamiinin (mg/vrk), E-vitamiinin (α -TE), D-vitamiinin (μ g/vrk), B6-vitamiinin (mg/vrk), folaatin (μ g /vrk) ja kalsiumin (mg/vrk) saanti. Taustamuuttujina olivat ikä, BMI, toimintakykymittareista puristusvoima, kävelynopeus ja fyysinen toimintakyky, kehonkoostumusta kuvaavat pohkeen lihasindeksi, muistitesti MMSE sekä lyhyt MNA.

4.6.1.1 Muuttujien normaalisuuden tarkastelu

SPSS-ohjelmassa ryhmien välisiä eroja tutkimuksen muuttujissa voitiin normaalisti jakautuneiden muuttujien tapauksessa vertailla yksisuuntaisen varianssianalyysin ja ei-normaalisti-jakautuneiden muuttujien tapauksessa Kruskal-Wallis testin avulla. Muuttujien normalisuus testattiin Kolmogorov-Smirnov ja Shapiro-Wilkin testeillä, joista voitiin saatujen p-arvojen avulla havainnoida muuttujien normalisuutta. P-arvo 0,05 asetettiin tilastollisen merkitsevyyden rajaksi. Vastemuuttujista proteiinin, ja taustamuuttujista MMSE eivät olleet täysin normaalisti jakautuneita p-arvon mukaan. Normalisuus tarkasteltiin kuitenkin myös saaduista graafisista kuvaajista, joiden mukaan muuttujat näyttivät täysin normaalisti jakautuneilta ja useimmiten väestötasolla tutkimuksen muuttujat ovat normaalijakautuneita. P-arvon mukaan ei-normaalisti jakautuneille muuttujille toteutetut logaritmi-muutokset eivät myöskään parantaneet kyseisten muuttujien normalisuutta, ja muuttujien analysoinnissa päädyttiin käyttämään parametrisiä testejä. Ei-sarkopenisia ja sarkopenisia tutkimushenkilöitä sukupuoliluokittain verrattaessa varianssit eivät olleet yhtä suuria miehillä B6-vitamiinin ja naisilla folaatin saannissa. Hajonnan ollessa suurta päädyttiin käyttämään ei-parametrisiä testejä, joissa poikkeavat hajonnat eivät vääristä tuloksia yhtä paljon kuin parametrisissä testeissä.

4.6.1.2 Tilastolliset testit

Varianssianalyysin avulla voidaan analysoida ja vertailla vastemuuttujan keskiarvoja ryhmittelymuuttujan muodostamien ryhmien välillä. Molemmissa tutkimusasetelmissä voitiin yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla selvittää, eroavatko tutkimusryhmien tulokset toisistaan merkitsevästi. Analyyseistä saatiin piirrettyä kuvaaja ryhmäkeskiarvoista- ja hajoinnoista selittävän muuttujan eri luokissa, joka antoi kuvaa tulosten suunnasta. Ryhmien välisten erojen tarkastelussa käytettiin parametrisistä testeistä yksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA) ja ei-parametrisistä testeistä Kruskal-Wallis testia. Tutkimusryhmien ravintoaineiden saannin yhteyttä toimintakykykymittareihin ja kehonkoostumukseen tutkittiin käyttämällä Spearmanin korrelaatiokertoimia joihin ei liity normaalisuusvaatimusta. Interventiossa muutos ravintoaineiden saannissa laskettiin luomalla uusi muuttuja, jossa lopputilanteen ravintoaineen saannista vähennettiin alkutilanteen ravintoaineen saanti. Interventioryhmien ravinnonsaannin muutosten eroja tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Tutkimuksen komplianssia kahden tutkimusryhmän välillä verrattiin Mann-Whitneyn U-testin avulla, sillä muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita.

5 Tulokset

Tammikuussa 2013 valmiina oleva aineisto avattiin väliaikaisesti vain lopputyön käyttöön. Lopulliset tutkimustulokset vahvistuvat Porvoon lihaskato- ja ravitsemustutkimuksen 12 kk mittaisen hoitokokeen päätyttyä koko tutkimusaineiston analysoinnin jälkeen vuoden 2014 aikana. Tuloksissa esittelen tutkimushenkilöiden taustatiedot ja saamani tulokset ravinnonsaannin eroista sarkopenisten ja ei-sarkopenisten sekä interventioryhmien välillä. Kuvaan myös ravitsemusintervention aikana tapahtuneet muutokset tutkimushenkilöiden ravinnonsaannissa sekä ilman tutkimustuotteita että niiden kanssa.

5.1 Tutkimushenkilöt

Poikkileikkausaineistoon valittiin 160 ensimmäisenä tutkimukseen rekrytoitua tutkimushenkilöä, joista 97 täytti sarkopeniakriteerit ja heidät rekrytoitiin tutkimuksen hoitokokeeseen mukaan. Poikkileikkausaineiston tutkimushenkilöistä 107 oli naisia ja 53 miehiä, ja sarkopenisistäkin tutkimushenkilöistä 67 % oli naisia. Interventiotutkimukseen osallistuneista tutkimushenkilöstä naisia oli 40 ja miehiä oli 18. Tutkimusvalmisteryhmistä verrokkiryhmän tutkimushenkilöistä naisia oli 79 % ja testivalmisteryhmän tutkimushenkilöistä 58 % oli naisia.

Taulukossa 6 on kuvattu poikkileikkausasetelman sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden taustatiedot sukupuoliluokittain. Poikkileikkausaineistosta kerättyjen sarkopenisten tutkimushenkilöiden joukossa olivat myös interventiotutkimuksessa mukana olleet tutkimushenkilöt. Taustatiedot kerättiin seulontakäynneillä tehdyillä mittauksilla ja täytettyjen kyselylomakkeiden avulla. Tutkimuksessa oli mukana erikuntoisia ja -ikäisiä, useimmiten yksin asuvia ikääntyneitä. Suurin osa tutkimushenkilöistä kykeni liikkumaan omin avuin ilman toisen ihmisen tai rollaattorin tukea. Tutkimuksen nuorin tutkimushenkilö oli 75-vuotias ja vanhin tutkimushenkilö oli 98-vuotias. Sarkopeniset tutkimushenkilöt olivat keskimäärin ei-sarkopenisia tutkimushenkilöitä vanhempia sekä miehissä että naisissa. Ei-sarkopenisilla naisilla BMI oli merkitsevästi suurempi kuin sarkopenisilla naisilla ($p=0.013$). Miehillä ei nähty merkitsevää eroa sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden BMI:n välillä. MMSE muistitestin pisteet eivät eronneet sarkopenisilla ja ei-sarkopenisilla naisilla tai miehillä. Suorituskykyä kuvaavan FyTo-mittarin pisteissä oli merkitsevä ero sarkopenisten ja ei-sarkopenisten naisten välillä ($p=0,016$). Miehillä ei todettu merkitsevää eroa.

Ryhmävertailussa käytetyn lyhyen MNA:n keskiarvopistemäärissä ei ollut merkitseviä eroja sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden välillä.

Taulukko 6. Sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden taustamuuttujat sukupuoliluokittain, keskiarvo (SD)

	Naiset n=107			Miehet n=53		
Muuttuja	Ei Sarkopeniaa (n=42)	Sarkopenia (n=65)	p-arvo*	Ei sarkopeniaa (n=21)	Sarkopenia (n=32)	p-arvo*
Ikä , (SD)	82,4 (4,3)	84,6 (4,7)	0,014	81,8 (3,4)	85,07 (4,6)	0,009
BMI (SD)	28,3 (5,5)	26,09 (3,6)	0,013	27,2 (3,3)	27,4 (3,5)	0,829
FyTo (SD)	60,0 (24,7)	45,95 (24,9)	0,016	55,9 (27,7)	40,26 (28,0)	0,096
MMSE (SD)	26,76 (2,5)	26,67 (2,3)	0,849	26,2 (2,5)	25,45 (3,0)	0,330
MNA lyhyt (SD)	12,7 (1,0)	12,6 (1,1)	0,604	12,6 (0,8)	12,4 (1,1)	0,594

*Analysoitu yksisuuntaisella variannsanalyysillä (ANOVA)

5.2 Ravinnonsaanti tutkimuksen alussa

Sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden välillä oli eroa energian saannin ja lähes kaikkien ravintoaineiden välillä. Taulukossa 7 on esitetty tutkimushenkilöiden alkutilanteen ravinnonsaanti sarkopenialuokittain. Naisilla erot olivat tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta laskettua proteiinin saantia gramma/kehon painokiloa kohden, sekä D-vitamiinin ja kalsiumin saantia. Miehillä tulosten trendi oli samanlainen, mutta tulokset eivät olleet minkään ravintoaineen kohdalla merkitseviä. Taulukossa 7 ja kuvissa 11-12 on esitetty energian ja proteiinin saantierot sarkopenisten ja ei-sarkopenisten välillä sukupuoliluokittain.

Tutkimushenkilöiden ravinnonsaantia verrattiin ikääntyneille suunnattujen ravitsemussuositusten mukaiseen saantiin (Taulukko 7). Energiansaanti jäi suosituksia matalammaksi sarkopenisilla naisilla ja sekä ei-sarkopenisilla että sarkopenisilla miehillä. Kehon painoon suhteutettu proteiinin saanti oli sarkopenisia miehiä lukuunottamatta kaikilla tutkimushenkilöillä suositeltavan saannin mukaista. Kuidun saanti jäi kaikilla tutkimushenkilöillä melko alhaiseksi ja sarkopenisilla ikääntyneillä se oli vähäisintä. Lisäksi suojaravintoaineista D-vitamiinin ja folaaatin saannit jäivät ruokapäiväkirjaraportoinnin mukaan alle ravitsemussuositusten.

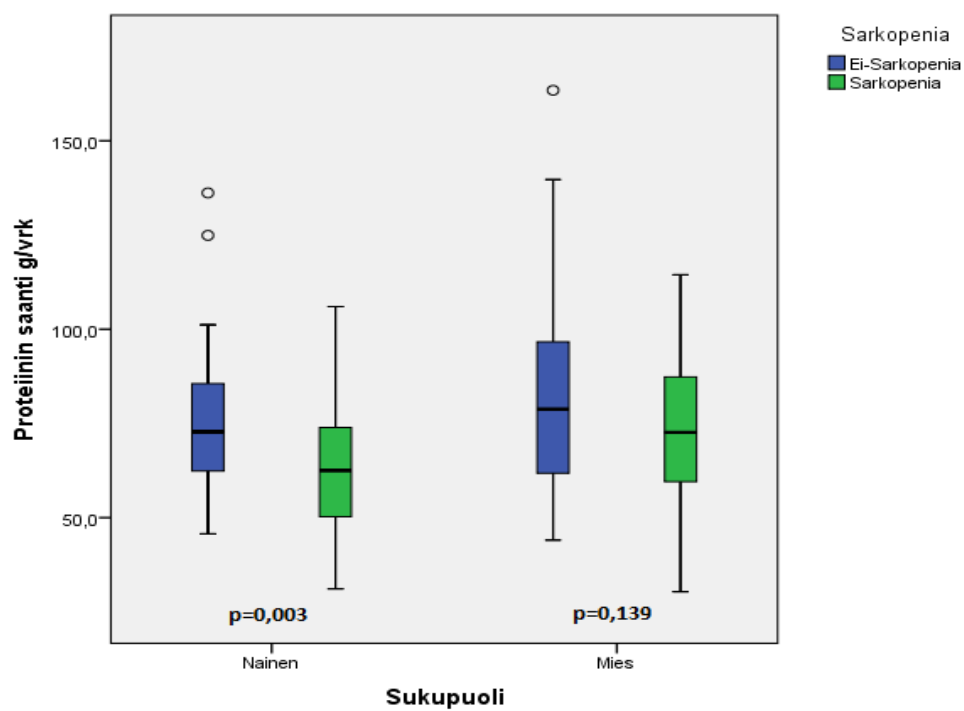
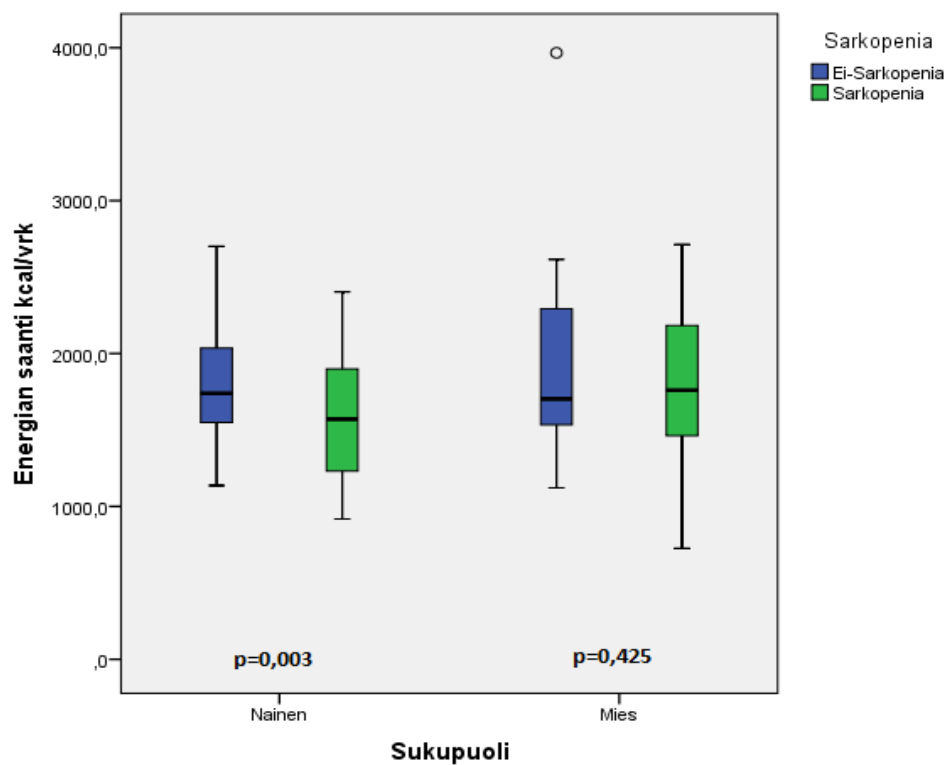
Taulukko 7. Energian ja ravintoaineiden saanti sarkopenisillä ja ei-sarkopenisillä naisilla ja miehillä (keskiarvo (SD))

	Naiset n=107			Miehet n=53			Naiset	Miehet
	Ei Sarkopeniaa (n=42)	Sarkopenia (n=65)	P-arvo	Ei sarkopeniaa (n=21)	Sarkopenia (n=32)	P-arvo	Suositus	Suositus
Energia,kcal/vrk	1801 (356)	1574 (388)	0,003*	1890 (660,2)	1770 (502,2)	0,425*	1750 ^b	2010 ^b
Proteiinin saanti, g/vrk	75,4 (18,5)	64,6 (17,0)	0,003*	83,3 (31,9)	72,0 (22,9)	0,139*	-	-
Proteiinin saanti, g/kg	1,1 (0,4)	1,0 (0,3)	0,362*	1,0 (0,4)	0,9 (0,3)	0,360*	1,0-1,2 ^a	1,0-1,2 ^a
Hiilihydraatti, g/vrk	198 (47,4)	179 (46,6)	0,035*	210 (88,8)	206 (62,2)	0,865*	-	-
Rasva, g/vrk	72,1 (18,0)	61,9 (18,6)	0,006*	73,4 (25,6)	66,9 (26,5)	0,382*	-	-
Kuitu, g/vrk	22,1 (6,3)	17,5 (5,4)	0,000*	20,9 (9,2)	20,0 (7,0)	0,676*	25-35 ^b	25-35 ^b
C-vitamiini, mg/vrk	126 (60,7)	103 (47,2)	0,027*	106 (84,3)	104 (73,6)	0,931*	75,1 ^b	75,1 ^b
E-vitamiini, α-TE	10,4 (3,9)	8,1 (2,7)	0,001*	9,7 (3,6)	9,1 (3,9)	0,603*	8,1 ^b	10 ^b
D-vitamiini, µg/vrk	10,9 (6,8)	9,5 (5,7)	0,249*	12,8 (10,5)	11,7 (8,3)	0,677*	20 ^a	20 ^a
B6-vitamiini, mg/vrk	2,1 (0,6)	1,6 (0,5)	0,000*	1,7 (1,6-2,3)**	1,8 (1,6-2,0)**	0,303**	1,2 ^b	1,6 ^b
Folaatti, µg/vrk	276 (270-377)**	228 (214-248)**	0,004**	261 (108)	276 (106)	0,635*	300 ^b	300 ^b
Kalsium, mg/vrk	1045 (355)	925 (343)	0,085*	1136 (571)	946 (422)	0,170*	800 ^b	800 ^b

^a kts Suominen ym. 2010 ja ^b Valtion ravitsemusneuvottelukunta

* Testauksessa käytetty varianssianalyysia (ANOVA)

** Testauksessa käytetty Kruskall-Wallis testia, mediaani (SE)

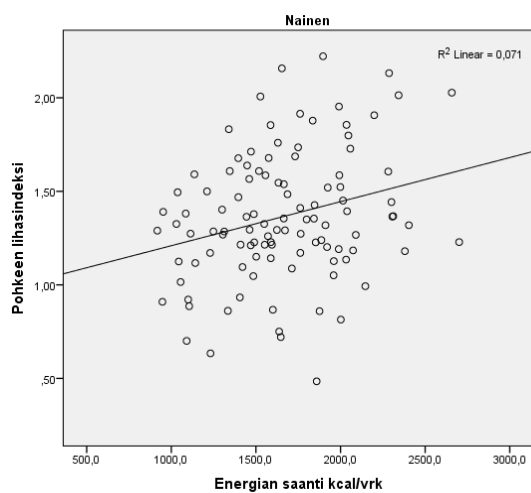
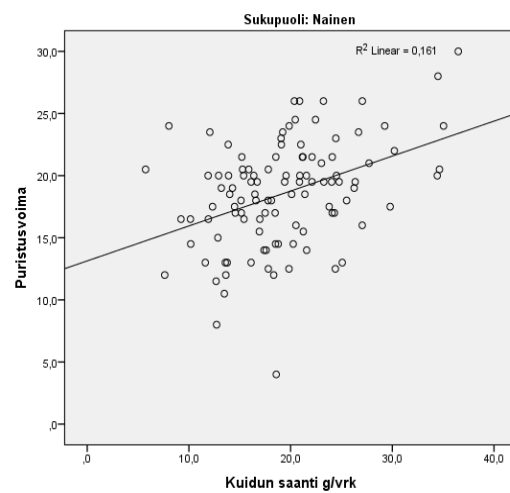
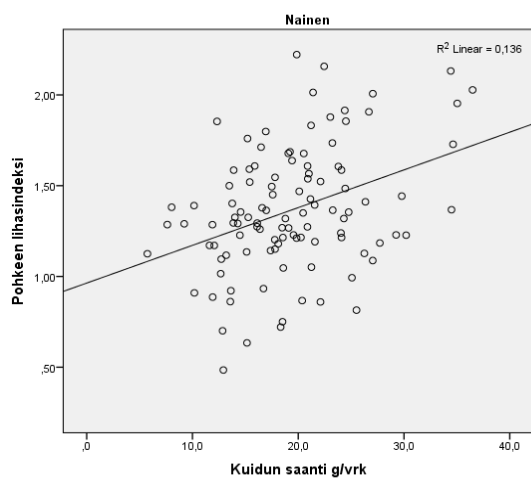
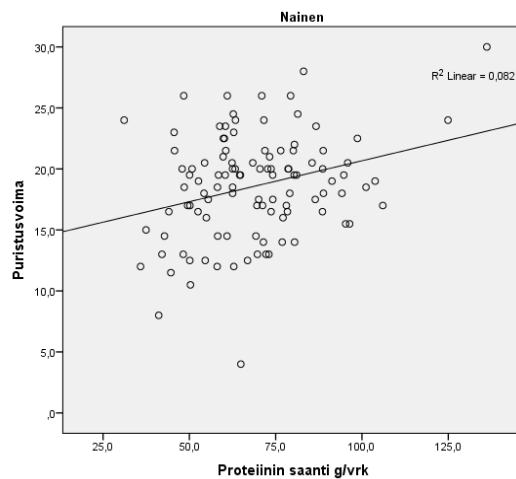
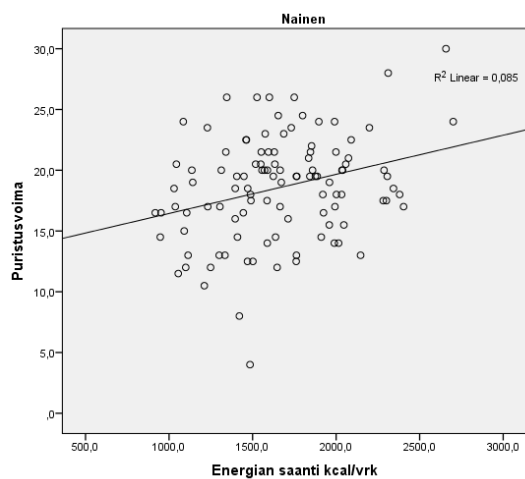


Kuvat 11-12. Energian ja proteiinin saanti sarkopenisilla ja ei-sarkopenisilla naisilla ja miehillä.

5.3 Energian ja ravintoaineiden saannin sekä toimintakykymittareiden yhteys

Alkutilanteessa tarkasteltiin tutkittujen ravintoaineiden saannin korrelaatioita tutkimuksen toimintakykymittareihin. Kaikkien tutkimuksessa tarkasteltujen muuttujien, energian ja ravintoaineiden korrelaatiot ovat liitteenä pro gradu – työn lopussa (Liitteet 9-10). BMI ja ikä valittiin sekä altiste-että vastemuuttujiksi, koska ne voivat selittää muita muuttujia ja niitä voidaan selittää muiden muuttujien avulla. Ikä ja BMI olivat yhteydessä useaan toimintakykymittariin sekä miehillä että naisilla. Naisilla ikä oli merkitsevässä yhteydessä proteiinin ja B6-vitamiinin saantiin ja BMI proteiinin ja E-vitamiinin saantiin. Miehillä vastaavat yhteydet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kuvissa 13-17 on esitetty korrelaatiot energian, proteiinin ja kuidun saannin ja puristusvoiman sekä pohkeen lihasindeksin välillä. Kaikki tarkastellut riippuvuudet ovat merkitsevyydestä huolimatta suhteellisen heikkoja ja hajonta on suurta. Kiinnostavimpia yhteyksiä tarkasteltiin lisäämällä malliin mukaan ikä, sukupuoli ja BMI sekoittaviksi tekijöiksi. Vakioinnin jälkeen ainoastaan naisten kuidun saannin ja puristusvoiman ($p=0,003$) sekä naisten kuidun saannin ja pohkeen lihasindeksin ($p=0,004$) yhteydet jäivät merkitseviksi, ja muut yhteydet menettivät tilastollisen merkitsevyytensä.



Kuvat 13–17. Energian, proteiinin ja kuidun saannin yhteydet puristusvoimaan ja pohkeen lihasindeksiin

5.4 Tutkimuksen osallistumismyönteisyys eli komplianssi

Pro gradu -tutkimuksen aineisto koostui tutkimushenkilöiden täyttämistä ruoka - ja tutkimuspäiväkirjoista. Alkutilanteessa poikkileikkausastelmaan otettiin mukaan 160 ensimmäisenä palautunutta ruokapäiväkirjaa. Interventiossa mukaan otettiin kaikki elokuun 2012 loppuun mennessä rekrytoidut henkilöt (n=58), joilta oletettiin saatavan ruokapäiväkirjat sekä alkutilanteessa että kuuden kuukauden kohdalla. Suurin osa (78 %) tutkimushenkilöistä täytti kolmen päivän ruokapäiväkirjan molemmissa aikapisteissä. Ruokapäiväkirjoja palautui alkutilanteessa 91 % ja kuuden kuukauden kohdalla 81 % tutkimushenkilöistä.

Intervention olisi ollut mahdollisuuden rajoissa saada 58 tutkittavaa, mutta lopullisiin analyysiin pystyttiin käyttämään vain 45 ikääntyneen ravinnonsaantitietoja. Interventiotutkimuksen tutkimushenkilöistä yhteensä 13 joko keskeytti tutkimuksessa tai ei palauttanut alkutilanteen tai kuuden kuukauden ruokapäiväkirjaa ja tutkimukseen voitiin ottaa mukaan vain henkilöt, joilta ruokapäiväkirjat olivat palautuneet molemmista aikapisteistä. Seitsemän tutkimushenkilöä palautti ruokapäiväkirjan vain tutkimuksen alussa ja kuusi tutkimushenkilöä pelkästään tutkimuksen lopussa. Kolme henkilöä ei täyttänyt ruokapäiväkirjaa lainkaan. Keskeyttäneistä tai ruokapäiväkirjan vain toisessa aikapisteessä täyttäneistä tutkimushenkilöistä neljä kuului testiryhmään, viisi verrokkiryhmään ja neljä kotikonstiryhmään ja tämän joukon prosenttiosuus intervention tutkimusjoukosta oli 22 %. Kahden ruokapäiväkirjan tulokset oli raportoitu muita ruokapäiväkirjoja epäluotettavammin, jonka vuoksi tulokset analysoitiin sekä näiden tutkimushenkilöiden kanssa että ilman näitä kahta tutkimushenkilöä. Tuloksissa ei kuitenkaan tapahtunut tutkimushenkilöiden poisjättämisen myötä merkitseviä muutoksia, jonka vuoksi tutkimushenkilöt pidettiin mukana tutkimusaineistossa.

Tutkimusvalmisteen käytön aloitti yhteensä 29 tutkimushenkilöä, joista 15 oli testi – ja 14 verrokkiryhmässä. Näistä tutkimushenkilöistä 4 lopetti tutkimusvalmisteen käytön kesken tutkimuksen, vaikkakin he jatkoivat mukana tutkimusinterventiossa. Kyseisten tutkimushenkilöiden lyhytaikaista tutkimusvalmisteen käyttöä ei otettu mukaan tutkimusvalmisteen käytön arviointiin. Keskeyttäneistä yksi oli testiryhmässä ja kolme muuta verrokkiryhmässä.

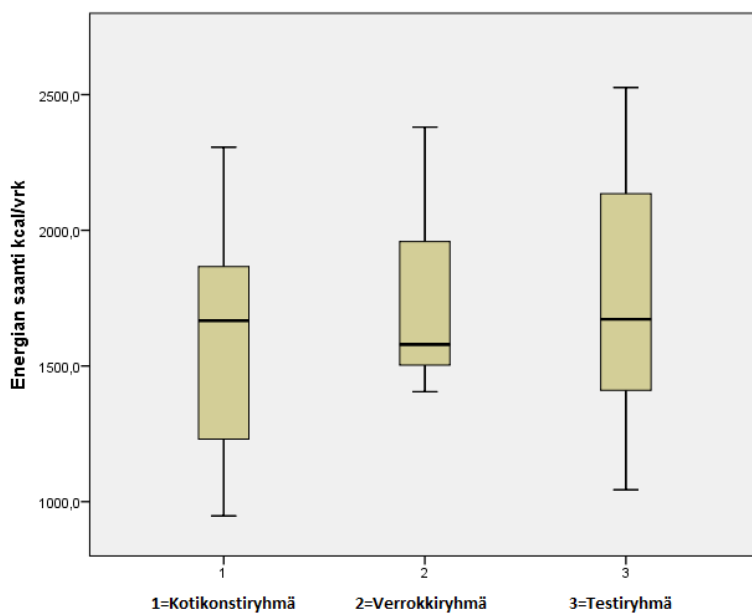
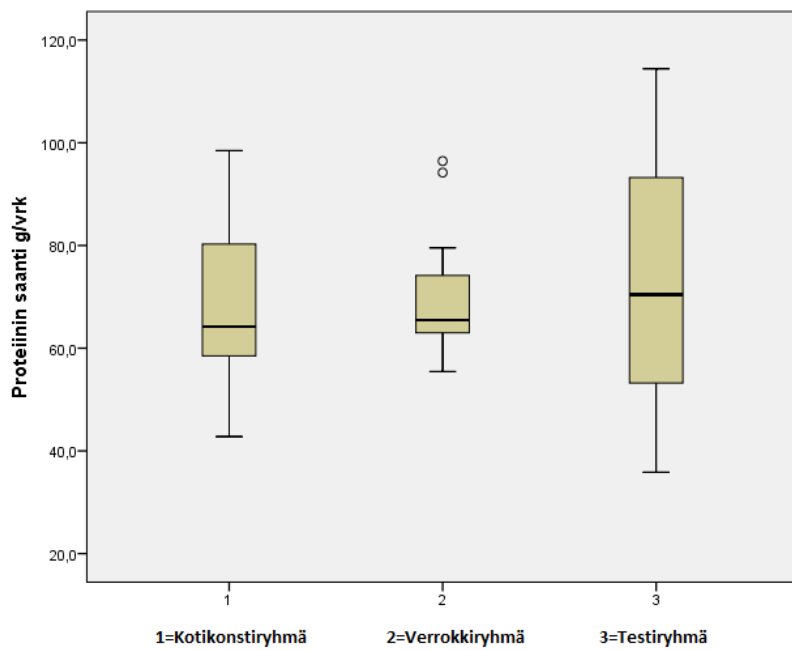
5.5 Ravinnonsaannin muutokset intervention aikana

5.5.1 Ravinnonsaannin muutos ilman tutkimusvalmisteita

Tutkimushenkilöiden ravinnonsaannin muutosta tarkasteltiin kuuden kuukauden jälkeen ilman tutkimusvalmisteita ja erikseen tutkimusvalmisteiden kanssa. Tutkimusryhmien kuuden kuukauden ravinnonsaantia ilman tutkimusvalmisteita on tarkasteltu taulukossa 8. Verrokkiryhmän ravinnonsaannissa tapahtui eniten muutoksia tutkimuksen aikana, vaikkakin havaitut muutokset olivat pieniä. Verrokkiryhmän energiansaannin muutos oli suurin ja energiansaanti väheni 108 kcal tutkimuksen alkutilanteesta. Tutkimushenkilöiden keskimääräinen ravinnonsaanti pysyi kuitenkin kuuden kuukauden ja alkutilanteen eroja tarkasteltaessa lähes muuttumattomana kaikissa tutkimusryhmissä. Tutkimusryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja energian ($p=0,709$) tai proteiinin ($p=0,205$), saanneissa. Myöskään muutokset muiden ravintoaineiden saannissa eivät eroneet ryhmien välillä. Tutkimuksen kannalta oleellista oli kuitenkin tarkastella tutkimusryhmien välisiä eroja energian ja proteiinin saannissa (Kuvat 18–19).

5.5.2 Ravinnonsaannin muutos tutkimusvalmisteiden kanssa

Tutkimusvalmisteen käyttö ei eronnut ryhmien välillä ($p=0,270$). Tutkimusvalmisteen käytön mediaani oli testiryhmässä 83 % (min 0,7 - max 1) ja verrokkiryhmässä 80 % (min 0,5 - max 1). Tutkimusvalmisteen käyttö lisättiin ruokapäiväkirjojen kuuden kuukauden proteiininsaantiin kuvaamaan teoreettista päivittäistä proteiininsaantia. Yhteenlasketusta proteiininsaannista vähennettiin tutkimushenkilöiden alkutilanteen proteiininsaanti. Testiryhmän proteiininsaannin muutos tutkimusjakson aikana tutkimusvalmiste mukaan luettuna oli keskimäärin 33,6 (keskihajonta 21,2) grammaa vuorokaudessa. Verrokkiryhmän proteiininsaannin muutos oli -4,8 (keskihajonta 16,0) grammaa vuorokaudessa. Proteiinin saanti tutkimustuotteen käyttö mukaan luettuna erosi tutkimusryhmien välillä merkitsevästi ($p=0,000$). Keskimääräinen testiryhmän päivittäinen proteiininsaanti oli valmisteen lisäyksen jälkeen noin 1,5 (keskihajonta 0,5) grammaa painokiloa kohti. Verrokkiryhmän keskimääräinen päivittäinen proteiininsaanti valmisteen lisäyksen jälkeen oli sen sijaan 1,1 (keskihajonta 0,2) grammaa vuorokaudessa. Tutkimustuotteet lisäsivät myös energiansaantia sekä testi- että verrokkiryhmällä. Energiansaannin keskimääräinen muutos valmisteen lisäyksen jälkeen testiryhmällä 145,6 (keskihajonta 504,7) kcal/vrk ja verrokkiryhmällä 241,7 (keskihajonta 354,8) kcal/vrk. Energiansaannin muutos ei eronnut tutkimusryhmien välillä merkitsevästi ($p=0,581$).



Kuvat 18–19. Energian ja proteiinin saanti tutkimusryhmissä 6 kk kohdalla ilman tutkimusvalmisteita

Taulukko 8.Tutkimushenkilöiden ravinnonsaannin muutokset ja ryhmien väliset erot kuuden kuukauden kohdalla ilman tutkimusvalmistetta, keskiarvo (SD)

	Kotikonstit (n=16)			Verrokkiryhmä (n=14)			Testiryhmä (n=15)			
	Alkutilanne	6 kk	Erotus	Alkutilanne	6 kk	Erotus	Alkutilanne	6 kk	Erotus	Ryhmien välinen p-arvo *
Energia, kcal	1590 (380)	1592 (457)	1,1, (451)	1749 (329)	1641 (396)	-107,6 (444)	1761 (469)	1773 (504)	12,4 (383)	0,709
Proteiini, g	67,9 (15,7)	75,0 (24,2)	7,1 (23,5)	70,0 (12,5)	63,6 (10,9)	-6,4 (15,2)	72,5 (23,8)	75,6 (27,7)	3,2 (21,9)	0,205
Proteiinin saanti, g/kg	1,1 (0,3)	1,2 (0,5)	0,2 (0,4)	1,2 (0,3)	1,1 (0,2)	-0,1 (0,3)	1,0 (0,3)	1,1 (0,4)	0,1 (0,3)	0,156
Hiihihydraatti, g	175 (42,8)	174 (49,4)	-0,9 (43,4)	196 (35,9)	187 (45,0)	-8,9 (57,3)	199 (54,5)	191 (63,9)	-8,9 (45,8)	0,872
Rasva, g	64,2 (18,5)	61,8 (21,5)	-2,3 (23,6)	71,4 (21,2)	67,0 (22,7)	-4,4 (25,7)	68,5 (25,1)	72,3 (21,9)	3,8 (17,1)	0,597
Kuitu, g	17,7 (4,9)	17,8 (7,0)	0,1 (6,3)	18,5 (4,1)	18,3 (5,3)	-0,2 (7,1)	18,4 (7,7)	19,4 (8,7)	1,1 (43,6)	0,834
C-vitamiini, mg	98,0 (66,1)	91,0 (42,5)	-7,0 (12,2)	98,7 (44,8)	101 (60,1)	2,1 (11,9)	106 (53,3)	127 (74,4)	21,5 (16,1)	0,321
E-vitamiini, α -TE	8,0 (2,2)	8,4 (3,5)	0,4 (3,7)	8,2 (3,4)	8,7 (3,0)	0,5 (2,8)	9,0 (2,6)	10,8 (4,5)	1,8 (3,0)	0,431
D-vitamiini, µg	11,4 (6,7)	9,6 (5,0)	-1,7 (1,3)	8,5 (5,1)	10,2 (5,2)	1,7 (1,7)	11,2 (6,5)	13,0 (9,5)	1,8 (2,9)	0,386
B6-vitamiini, mg	1,5 (0,4)	1,5 (0,5)	0,0 (0,5)	1,7 (0,2)	1,6 (0,4)	-0,1 (0,4)	1,9 (0,7)	2,1 (0,8)	0,1 (0,7)	0,567
Folaatti, µg	242 (79,7)	269 (128)	26,7 (122,1)	274 (102)	243 (88,9)	-30,8 (119,2)	245 (90,9)	337 (324)	92,4 (265,3)	0,202
Kalsium, mg	973 (411)	1086 (411)	114 (423)	1056 (328)	934 (256)	-122 (269)	1003 (360)	1012 (460)	9,3 (361)	0,214

*Testauksessa käytetty yksisuuntaista varianssianalyysia (ANOVA)

5.7 Koetut subjektiiviset hyödyt ja haitat

Tutkimushenkilöiltä kysyttiin kuuden kuukauden kohdalla koetun subjektiivisen hyödyn- ja haitan tuntemuksia. Tutkimushenkilöt saivat pisteyttää hyödyn tuntemukset 0-10 ja haitan tuntemukset 0-10 asteikoilla (Taulukko 9). Tutkimushenkilön ilmoittamista hyötypisteistä vähennettiin haittapisteet. Yksikään tutkimushenkilö ei antanut tutkimuksesta 10 haittapistettä, mutta yksi verrokkiryhmän tutkimushenkilö antoi tutkimuksesta 10 hyötypistettä. Molemmissa tutkimusvalmisteryhmissä kahdeksan tutkimushenkilöä pisteytti tutkimuksesta saamansa hyödyn 5-10. Sen sijaan viisi verrokkiryhmän tutkimushenkilöä pisteytti kokemansa haitan vähintään -5, kun testiryhmässä vain kaksi tutkimushenkilöä pisteytti kokemansa haitan -5 tai sen yli.

Numeerisesti arvioidut hyödyt olivat kaikilla ryhmillä haittoja suuremmat. Koetun hyödyn välillä ei ollut merkitseviä eroja interventoryhmien välillä. Tosin osa tutkimushenkilöistä ei kokenut saaneensa tutkimuksesta minkäänlaista hyötyä. Tutkimusvalmisteiden käyttö koettiin jonkin verran haitallisena, vaikka vain muutamat tutkimushenkilöt antoivat tutkimuksesta korkeat haittapisteet. Verrokkiryhmän tutkimushenkilöt kokivat tutkimuksen haitallisimpana ja ko. pisteytti tutkimuksen pisteen verran heraproteiiniryhmää haitallisemmaksi. Tutkimuksen kotikonstiryhmälle ei aiheutunut subjektiivisen tuntemuksen mukaan lainkaan haittaa tutkimuksesta ja ryhmän kokemat hyödyt vastasivat testi- ja verrokkivalmisteita nauttineiden ryhmien kokemia hyötyjä. Kolmen tutkimusryhmän keskenään vertailu on osittain ontuvaa, sillä ryhmien tutkimushenkilöille esitetyt kysymykset olivat jossain määrin erilaiset. Tutkimusvalmisteryhmien tutkimushenkilöt kuvasivat tutkimusvalmisteesta saamiaan hyötyjä ja haittoja, kun Kotikonstiryhmä sen sijaan kuvasti kokemustaan koko tutkimuksen vaikutuksista.

Taulukko 9. Tutkimushenkilöiden kokemat subjektiiviset hyödyt ja haitat

	Kotikonstit	Verrokkiryhmä	Testiryhmä	Ryhmien välinen p-arvo
Hyödyt (-10-+10)	4,1	4,4	4,5	0,941
Haitat (-10-+10)	0	-3,1	-2,3	0,001
Hyöty-haitta	4,1	1,3	2,2	0,270

Tutkimushenkilöt antoivat lisäksi suullisia kommentteja tutkimuksesta. Tutkimushenkilöiden subjektiivisista tutkimusvalmisteen käyttökokemuksista esiin nousi tutkimusvalmisteen aiheuttama kylläisyys sekä testi- että verrokkiryhmässä. Muutama tutkimushenkilö kertoi omasta mielestään ruokahalunsa heikentyneen tutkimusvalmisteen käyttöönoton myötä. Yleisimpiä sanallisesti raportoituja tutkimusvalmisteen aiheuttamia haittavaikutuksia olivat kuitenkin erilaiset vatsavaivat, ummetus, turvotus ja ripuli. Pahoinvoinnin tuntemuksia raportoineet vetosivat usein tutkimusvalmisteen epämiellyttävään makuun ja tällaisia tuntemuksia oli sekä testi-, että verrokkiryhmän tutkimushenkilöillä. Painon nousu tuli tutkimuksessa myös esiin tutkimushenkilöiden sanallisissa arvioinneissa molemmissa tutkimusryhmissä. Verrokkiryhmän tutkimushenkilöistä kaksi raportoi nukkuvansa huonommin tutkimusvalmisteen juotuaan, kun testiryhmän tutkimushenkilöiltä ei noussut esiin vastaavanlaisia tuntemuksia. Tutkimuksessa yleisimpiä raportoituja hyötyvaikutuksia molemmissa tutkimusryhmissä olivat jaksamisen parantuminen, kävelyn helpottuminen, pirteys ja vatsan parempi toiminta. Kotikonstiryhmän raportoimat hyödyt keskittyivät tasapainon ja kävelyn parantumiseen sekä liikunnan säännöllistymiseen.

6 Tulosten pohdinta

6.1 Aineiston ja menetelmien luotettavuus

6.1.1 Tutkimushenkilöt

Poikkileikkaustutkimukseen valittiin satunnaisesti 160 ensimmäisenä tutkimukseen rekrytoitua ikääntynyttä. Poikkileikkausastelmassa mukana olleiden tutkimushenkilöiden joukossa oli enemmän sarkopenisia (n=97) kuin ei-sarkopenisia (n=63) ikääntyneitä ja tutkimusasetelma olisi todennäköisesti ollut luotettavampi mikäli tutkimushenkilöt olisivat jakautuneet ryhmien välille tasaisesti. Tutkimukseen osallistuneista ikääntyneistä suurin osa oli naisia ja vinoutunut sukupuolijakauma säilyi koko tutkimuksen ajan. Kaikissa tutkimushenkilöiden taustamuuttujissa oli eroa sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden välillä. Sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden iän välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero molemmilla sukupuolilla. Iän karttumisen tiedetäänkin lisäävän lihaskatoa (Sayer ym. 2008) ja onkin loogista, että sarkopeniset tutkimushenkilöt olivat muita ikääntyneempiä. Tutkimustuloksia analysoidessa olikin tämän vuoksi tärkeää ottaa huomioon iän vaikutus sekoittavana tekijänä.

Tutkimuksessa myös sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden BMI erosi toisistaan, vaikkakin erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain naisilla. BMI:n erot hankaloittavat ryhmien välisten ravinnonsaantitietojen vertailua, sillä iäkkäämmän ja pienikokoisemman sarkopenisen tutkimushenkilön ravinnontarve saattaa olla ei-sarkopenisia tutkimushenkilöitä pienempää. Toisaalta voidaan ajatella, että hauraus ja lihaskato ovat aiheuttaneet vajaaravitsemusta, sillä nämä kolme tekijää ovat usein yhteydessä toisiinsa (Strandberg ym. 2006). Vajaaravitsemus taas on usein yhteydessä tahattomaan painonpudotukseen (Strandberg ym. 2006, Abellan ym. 2008, Karunananthan ym. 2009). Tutkimuksen perusteella ei voida olla varmoja, onko lihaskato painon laskun syy vai seuraus ja millainen on ravitsemuksen rooli tässä kuviossa.

Interventiotutkimukseen voitiin lopulta ottaa mukaan 45 tutkimushenkilöä. Intervention tutkimushenkilöistä 71 % oli naisia, mutta naiset eivät jakautuneet tasaisesti interventioryhmien välille. Naisten ja miesten erot ravinnonsaannissa ovat saattaneet vääristää ravinnonsaannin kokonaistuloksia. Interventiossa kokonaan keskeyttäneitä oli kolme ja kaksi tutkimushenkilöä lopetti kokonaan henkilökohtaisista syistä ja yksi tutkimushenkilö sai vakavan sairaskohtauksen. Tutkimuksessa mukana olleet henkilöt olivat kaikki jo varsin iäkkäitä, yli 75-vuotiaita, ja

tutkimuksessa oli odotettavissa keskeyttämiä esimerkiksi elämäntilanteen muutoksen, sairastumisen tai kuoleman vuoksi. Tutkimusvalmisteen käytön keskeytti neljä tutkimushenkilöä ja keskeyttäisen syiksi raportoitiin useimmiten vatsavaivoja ja tutkimusvalmisteen aiheuttamaa liiallista kylläisyyden tunnetta.

6.1.2 Tutkimusasetelmat

Tutkimukseen oli rakennettu kaksi selkeää tutkimusasetelmaa, joista toinen antoi kuvailevaa informaatiota kerätyistä tutkimusaineistosta ja toinen tutkimusvalmisteen vaikuttavuudesta pienessä osajoukossa. Interventioasetelman tutkimushenkilöt olivat mukana myös poikkileikkaustutkimuksessa. Alkutilanteen poikkileikkausasetelmalla voitiin tarkastella kahden ryhmän välisiä eroja ravinnonsaannissa. Asetelmalla saatiin myös tietoa energian ja ravintoainemuuttujien yhteyksistä toimintakykyittareihin. Poikkileikkausasetelmassa on omat heikkoutensa, ja vaikka asetelmalla voidaan kuvata tutkimusjoukkoa ja yhteyksiä niin sen avulla ei voida osoittaa muuttujien välisiä syy-yhteyssuhteita.

Toteutetulla pilotti-interventiolla haluttiin taas selvittää, eroaako kolmen interventioryhmän ravinnonsaannin muutos toisistaan tutkimuksen kuuden kuukauden kohdalla. Interventioasetelmalla voitiin testata hoidon vaikuttavuutta tutkimusryhmien välillä. Toteutettu tutkimus oli satunnaistettu, lumekontrolloitu ja kaksoissokkoutettu, jolloin tutkimusasetelmaa voidaan pitää tieteellisesti luotettavana. Asetelmana käytettiin rinnakkaisasetelmaa, jolloin tutkimushenkilöiden välinen vaihtelu voi olla huomattavaa. Interventiossa tutkimushenkilöille annettiin ohjeistus monipuolisesta ruokavaliosta ja sopivista liikuntamuodoista. Myös tutkimusvalmisteen käyttö ohjeistettiin ja perusteltiin tutkimushenkilöille hyvin. Ohjeistuksista huolimatta tutkimushenkilöt tekivät omat päätökset elintapojen toteuttamisen suhteen. Tutkimusolosuhteet eivät olleet vakioituja ja tutkimushenkilöt elivät normaalia elämäänsä. Tällainen tutkimusasetelma altistaa monille sekoittaville tekijöille, vaikka tutkimuksessa haluttiinkin tietoa lisäravinteiden vaikutuksista todellisessa arkielämässä eikä laboratorio-olosuhteissa. Ikääntyneiden elämäntavat ja tottumukset ovat kuitenkin usein nuorempia vakaampia ja päivät enemmän toistensa kaltaisia, jolloin sekoittavien tekijöiden merkitys saattaa olla pienempi.

Interventioasetelma on usein melko työläs osallistuville tutkimushenkilöille. Tutkimuksessa ikääntyneet osallistuivat toistettuihin mittauksiin ja täyttivät aikaa vieviä lomakkeita, jotka

saattoivat rasittaa tutkimushenkilöitä. Lisäksi intervention haastavuutta lisäsi päivittäinen tutkimusvalmisteiden nauttiminen.

6.1.3 Tutkimusvalmiste

Molemmat tutkimusvalmisteet olivat nestemäisiä ja tutkimuspakkaukset samanlaisia ja samankokoisista. Tutkimuspakkauksissa ei ollut päiväysmerkintöjen lisäksi muuta tekstiä. Tutkimushenkilöt eivät päässeet vertailemaan tutkimusvalmisteita keskenään, josta he olisivat voineet päätellä heille valikoitunutta tutkimusryhmää Testivalmisteena käytettiin heraproteiinipitoista PROfeel-tuotetta. Verrokkivalmisteena oli testivalmisteiden kanssa saman verran energiaa sisältävä hiilihydraattipitoinen valmiste, Kidius-juoma, johon lisättiin jauhemaista tuotteeseen hyvin sekoitettavaa maltodekstriiniä. Hiilihydraattipitoisella valmisteella saatiin lisättyä tutkimushenkilöiden energiansaantia, jolla saattaa olla myös tärkeä rooli toimintakyvyn kannalta.

Tutkimuksessa olisi ollut mielenkiintoista vaihtoehtoisesti verrata heraproteiinivalmisteiden vaikutuksia johonkin toiseen proteiininlähteeseen, kuten kaseiiniproteiiniin. Toisaalta tällöin ei Porvoon tutkimuksen päättyessä olisi voitu hahmottaa hiilihydraatin ja energian merkitystä toimintakykyyn ja verrata saatuja vaikutuksia proteiinipitoiseen valmisteeseen. Kahdella ravintoarvoltaan täysin erilaisella valmisteella voidaan myös todennäköisimmin saada suurempia eroja tuloksiin kuin samankaltaisilla valmisteilla. Koko Porvoon tutkimuksen edetessä on mielenkiintoista havainnoida tutkimusvalmisteryhmien eroja toimintakykykymittareissa ja pohtia onko proteiinipitoinen lisäravinne pelkkää energiapitoista lisäravinnetta parempi valinta ikääntyneellä. Heraproteiinia on useissa tutkimuksissa verrattu kaseiiniproteiiniin, mutta myös maltodekstriinipitoiseen valmisteeseen, eikä heraproteiinin ole kaikissa tutkimuksissa nähty olevan muita valmisteita parempi kehonkoostumuksen muokkaajana tai lihasproteiinisynteesin tehostajana (Tipton ym. 2004, Pal ym. 2010).

Tutkimusvalmisteet erosivat maun suhteen melko paljon, sillä verrokkivalmisteessa ei ollut juuri lainkaan proteiinia. PROfeel-tuotteessa on sen sijaan runsaasti proteiinia, joka on mahdollista maistaa valmisteesta. PROfeel-tuote tuli kauppoihin vähän sen jälkeen kun interventio alkoi ja joku tutkimushenkilöistä saattoi tunnistaa testivalmisteiden tästä syystä. Toisaalta kyseisen ikäryhmän voidaan ajatella arvostavan perinteisempää makuja, ja todennäköisimmin vain harva ikääntyneistä tunnistaa tuotteen, saati proteiinin maun. Oletettavasti Kidius-valmiste on ainakin

tälle ikäryhmälle tuntematon. Verrokkivalmiste on kuitenkin melko makea verrattuna testivalmisteeseen ja tutkimushenkilöt saattoivat makeuden perusteella päätellä tuotteen sisältävän runsaasti sokereita. Verrokkivalmiste saatettiin kokea liian makeana, vaikkei sen ravintosisältöä välttämättä osattu silti päätellä.

Tutkimusvalmisteen käyttö ei eronnut ryhmien välillä ja valmisteen käytön mediaani oli 80 % verrokkivalmiste- ja 83 % testivalmisteryhmässä. Tutkimusvalmisteen komplianssi oli yllättävänkin hyvä ottaen huomioon tutkimushenkilöiden korkea ikä ja suhteellisen suuri tutkimusvalmisteen vuorokausittainen annos. Testiryhmässä oli verrokkiryhmää enemmän tutkimusvalmistetta lähes sataprosenttisesti käyttäneitä, mutta myös tutkimushenkilöitä, joilla tutkimuskomplianssi oli heikko. Yhteensä 25 tutkimushenkilön komplianssi ylitti 50 %:n rajan ja näistä henkilöistä 14 kuului heraproteiiniryhmään. Kuusi tutkimushenkilöä käytti tutkimusvalmistetta 100 %:sti, joista 3 kuului heraproteiiniryhmään. Komplianssiin vaikuttivat varmasti tutkimusvalmisteiden erilaiset ominaisuudet ja todennäköisesti tuotteen miellyttävyys korostui komplianssissa.

6.1.4 Lihaskadon mittausmenetelmät

Tutkimushenkilöille tehtiin lihaskadon kriteerien mukaiset mittaukset joko terveysaseman tutkimusvastaanotolla tai tutkimushenkilöiden kotona kahden mittaajan toimesta. Mittaukset toteutettiin samoilla menetelmillä ja yhteneväisen ohjeistuksen mukaisesti. Ohjeistuksesta huolimatta on mahdollista, että tutkijoiden välisiä eroja esiintyi mittausten toteuttamisessa. Tutkijalääkäri tarkasti kuitenkin joidenkin tutkimushenkilöiden kohdalla, että saadut mittaukset pitivät tutkijasta riippumatta paikkaansa. Optimaalisinta olisi ollut suorittaa kaikki mittaukset yhdessä paikassa tutkimusvastaanotolla, jolloin tutkimusolosuhteet olisivat olleet mahdollisimman vakioituneet. Tutkimuksessa oli kuitenkin mukana myös hyvin hauraita ja huonokuntoisia tai kaukana tutkimusvastaanotosta asuvia vanhuksia, jolloin kotikäynti oli ainut tapa saada heidät mukaan tutkimukseen. Tutkimuksessa oli toivottavaakin saada mukaan tutkimushenkilöitä, jotka eivät jostain syystä pystyneet tai halunneet tulla terveysaseman vastaanotolle.

Lihaskatua mitattiin puristusvoimamittarilla. Mittauksessa oli tärkeää ohjeistaa tutkimushenkilöitä toteuttamaan mittaus hyvässä asennossa ja mahdollisimman lujaa molemmilla käsillä. Ohjeistus puristusvoimatestiä pyrittiin toteuttamaan aina samalla tavalla. Puristusvoimatesti oli yksinkertaista suorittaa sekä tutkimusvastaanotolla että tutkimushenkilöiden kotona, eikä olosuhteiden muutos oletettavasti vaikuttanut puristusvoimatuloksiin.

Kävelytestissä mitattiin neljän metrin tutkimushenkilöiden tavanomaisella kävelytyylillä mitattu kävelynopeus. Tutkijat pyrkivät ohjeistamaan tutkimushenkilöitä kävelemään itselleen tavanomaista vauhtia, joka suoralla ja kuivalla alustalla onnistui monella tutkimushenkilöllä mallikkaasti. Terveystasemalla kävelytesti voitiin suorittaa tyhjällä ja pitkällä käytävällä. Sen sijaan tutkimushenkilöiden kotona mittauksen tekoon tuli aina etsiä sopiva paikka. Monella ikääntyneistä oli kotonaan esimerkiksi eteisessä tai olohuoneessa tutkimukseen soveltuva neljän metrin kävelymatka, mutta joissakin kodeissa oli vain pieniä huoneita ja lyhyitä käytäviä. Tutkittu kävelymatka oli aina sama, mutta aina ei ollut mahdollista toteuttaa kävelytestiä suoralla ja leveällä käytävällä. Ikääntyneiden kotona tehdyt mittaukset saattoivat kertoa jopa enemmän tutkimushenkilöiden todellisesta arkikävelyvauhdista, sillä tämän ikäiset ihmiset viettävät useimmiten suurimman osan ajastaan kotiloissa.

Bioimpedanssi spektroskopia oli ainoa kotikäynneillekin helposti kuljetettavissa oleva kehonkoostumuslaite, ja kaikki kehonkoostumusmittaukset haluttiin laitteiden välisen vaihtelun takia toteuttaa samalla bioimpedanssilaitteella. Tutkimusvastaanotolla kehonkoostumusmittauksen olosuhteet olivat hyvin vakioituneet, kun sen sijaan kotikäynneillä tuli aina etsiä kehonkoostumukselle sopiva mittauspaikka. Molemmissa mittauspaikoissa olosuhteet olivat kuitenkin rauhalliset ja mittaukset toteutti aina sama henkilö.

Kaikkia tutkimushenkilöitä kehoitettiin olemaan juomatta ja syömättä ennen bioimpedanssimittausta. Neljän tunnin paaston toteutuminen oli tutkimushenkilöiden omalla vastuulla, ja tutkimushenkilöiden joukossa saattoi olla ikääntyneitä, jotka eivät malttaneet tai voineet olla syömättä ja juomatta näin pitkää aikaa kerrallaan. Aamulla mittauksessa olleet jaksoivat todennäköisesti odottaa syömistä ja juomista päivällä mitattuja paremmin, jolla voi olla vaikutusta mittaustuloksiin. Ikääntyneiden omien kommenttien perusteella paasto oli kuitenkin suoritettu ohjeiden mukaan ja lähes kaikki pystyivät olemaan syömättä ja juomatta tarvitun ajan.

6.1.6 MNA-testi

MNA-testi on validoitu ja useissa kotona-asuville ikääntyneille tehdyissä tutkimuksissa käytetty ravitsemustilan testimenetelmä. MNA-testi on käytössä useissa suomalaisissa ikääntyneille toteutetuissa tutkimuksissa (Vellas ym. 1999, Suominen ym. 2005) ja sen on todettu tunnistavan hyvin erityisesti vajaaravitsemuksen riskissä olevat henkilöt (Guigoz 2006). Olikin hieman yllättävää, että Porvoon sarkopenisten tutkimushenkilöiden ravitsemustila oli keskimäärin hyvällä tasolla. Suurin osa tutkimushenkilöistä oli vastannut MNA:n kysymyksiin, mutta monelta tutkimushenkilöistä (n=42) tietoja ei palautunut. Näillä tutkimushenkilöillä saattoi olla kaikista heikoin ravitsemustila. Puuttuvien MNA-lomakkeiden vuoksi ryhmien välistä ravitsemustilan vertailua ei voida pitää täysin luotettavana, sillä se saattaa antaa virheellisen kuvan koko tutkimusjoukon todellisesta ravinnonsaannista.

Tässä työssä tutkimushenkilöiden ravitsemustilaa tarkasteltiin ns. lyhyen MNA-testin avulla. MNA-testin kysymykset oli integroitu tutkimushenkilöille jaettaviin lisäkysymyslomakkeisiin, eikä tutkimuksessa ollut mahdollista koodata MNA-lomaketta kokonaisuudessaan. Lyhyen MNA:n vastauksista saatiin kuitenkin riittävä kuva ikääntyneiden ravitsemuksesta ryhmätasolla.

6.1.7 Ruokapäiväkirjatulokset

Tutkimushenkilöt täyttivät kolmen päivän ruokapäiväkirjaa tutkimuksen alussa ja lopussa, jonka on todettu olevan sopiva ruoankäytön tutkimusmenetelmänä ikääntyneille (Thompson ja Byers ym. 1994). Ravinnonsaannin eroista tehtiin päätelmiä kolmen päivän ruokapäiväkirjojen perusteella, mikä ei välttämättä anna täysin luotettavaa kuvaa kaikkien tutkimushenkilöiden tavanomaisesta syömisestä. Toisaalta ikääntyneiden tutkimushenkilöiden kohdalla ruokailutottumukset ovat todennäköisesti nuorempia rutiininomaisemmat. Ruokailun rutiininomaisuus tuli esille esimerkiksi arki- ja viikonloppupäivien ruokailujen välillä, joissa ei ollut kovin suurta eroa tutkimushenkilöiden välillä. Kaikista luotettavimman kuvan olisi saanut joko pidemmistä ruokapäiväkirjajaksoista tai useammasta intervention aikana täytetystä kolmen päivän ruokapäiväkirjasta. Molemmat aineiston luotettavuutta lisäävät tavat olisivat kuormittaneet tutkimushenkilöitä liikaa, sillä tutkimuksen hoitokoe oli muutenkin suhteellisen sitova ja kirjaamistyötä saattoivat hankaloittaa tutkimushenkilöiden korkea ikä, lähiaikoina tapahtuneet elämäntilanteen tai oman terveyden muutokset. Oletettavasti myös päiväkirjojen kirjaamistarkkuus olisi saattanut heikentyä ja kirjausinto loppua, jos päiväkirjan pitäminen olisi vienyt liikaa tutkimushenkilöiden aikaa.

Intervention tutkimushenkilöiden ruokapäiväkirjojen palautumisprosentti oli keskimäärin hyvä tutkimuksen alussa (91 %) ja tutkimuksen lopussa (81 %). Interventioaineistossa palautumattomat ruokapäiväkirjat vaikuttivat kuitenkin eniten tutkimuksen tuloksiin, sillä tutkimushenkilöitä oli vähän. Tutkijan näkökulmasta on harmillista, että yhdessä aikapisteessä pidetystä ruokapäiväkirjasta ei ole hyötyä, kun tarkastellaan muutosta aikapisteiden välillä. Lisäksi kahdella tutkimushenkilöllä ruokapäiväkirjojen täyttäminen kuuden kuukauden kohdalla oli puutteellista. Toisen tutkimushenkilön kanssa kirjasin puhelimitse puutteelliset kirjaukset, mutta toinen tutkimushenkilöistä ei muistanut oliko todella syönyt tutkimuspäivinä erityisen huonosti vai oliko kirjaaminen puutteellista. Kuuden kuukauden ruokapäiväkirjat eivät välttämättä antaneet täysin todenmukaista kuvaa näiden kahden tutkimushenkilön syömisistä. Analysoin tulokset sekä ottaen mukaan näiden epäluotettavaa kirjausta tehneiden tutkimushenkilöiden ravinnonsaantitiedot että jättäen nämä tutkimushenkilöt pois analyysistä. Tutkimustulokset eivät muuttuneet merkitsevästi, jonka vuoksi päätin pitää tutkimushenkilöt mukana aineistossa. Ruokapäiväkirjat olivat kuitenkin keskimäärin hyvin täytetty sekä tutkimuksen alussa että lopussa ja tarkennustarpeita oli lähinnä tiettyjen elintarvikkeiden laadussa. Lähes kaikki tarkennukset sai selvitettyä puhelimitse ja tutkimushenkilöiden tavoittaminen oli erittäin helppoa. Pienet epätarkkuudet saattoivat vaikuttaa yksilötason ravinnonsaannin tarkkuuteen, muttei näillä epätarkkuuksilla ollut todennäköisimmin vaikutusta ryhmätasolla.

Ruokapäiväkirjojen käyttämiseen tutkimusvälineenä liittyvät omat epävarmuustekijänsä ja ongelmallisuutensa. Ruokapäiväkirjojen täyttäminen on aina tutkimushenkilöiden omalla vastuulla, jonka vuoksi siihen liittyvä mahdollinen ali- tai yliparantointi ja kirjauksesta johtuvat syömisestä muutokset on otettava huomioon (Livingstone ym. 1990). Etenkin ylipainoiset henkilöt saattavat aliraportoida ruoankäyttöään (Poslusna ym. 2009, Pietiläinen ym. 2010). Myös osa ikääntyneistä normaalipainoisistakin naisista kertoi pitävänsä itseään liian lihavana, jolloin he saattoivat myös kirjata syömisensä hiukan alakanttiin tai syödä päiväkirjan pitopäivinä normaalia terveellisemmin.

Ruokapäiväkirjat saattavat myös muuttaa ihmisten ruoankäyttöä tutkimusajankohtana. Joissain tapauksissa ruoankäyttö saattaa ruokapäiväkirjan pitopäivinä muuttua tiedostamattakin, jolloin ravinnonsaantitiedot voivat olla normaalista poikkeavia. Toisaalta ikääntyneet olivat useimmiten erityisen tietoisia omasta ruoankäytöstään ja raportointi vaikutti todenmukaiselta.

Virheraportointi ei todennäköisesti ollut tämän tutkimuksen ongelma, vaikkakin sen mahdollisuus on hyvä pitää mielessä. Virheraportointi olisi haluttaessa voitu myös tarkistaa vertaamalla analysoituja ravinnonsaantitietoja tutkimushenkilön perusaineenvaihdunnan mukaan laskettuun energiankulutukseen. Energiansannin ja energiantarpeen tulisi kutakuinkin vastata toisiaan, jotta raportointia energiansaantia voitaisiin pitää täysin luotettavana. Tutkimuksessa ei kuitenkaan oltu kiinnostuneita yksilöiden absoluuttisesta ravinnonsaunnista.

Tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat kaikki jo ikääntyneitä, jolloin suurin haaste ruokapäiväkirjojen täyttämässä oli varmasti tutkimuksen kiinnostuksen ja motivaation säilyminen. Alkutilanteessa ruokapäiväkirjaa pitäneet tutkimushenkilöt saattoivat kokea kirjaamisen liian kuormittavana, jättäen kuuden kuukauden kohdalla kirjaamisen väliin. Huolimatta esittämistämme toiveista palauttaa ruokapäiväkirjat tiettyyn päivämäärään mennessä ruokapäiväkirjojen täyttäminen ja/tai palauttaminen saattoi kuitenkin unohtua. Interventioon osallistuneidenkin tutkimushenkilöiden joukosta löytyi lievistä, keskivaikeista muistihäiriöistä kärsiviä ikääntyneitä, jonka vuoksi tällainen asia saattoi unohtua normaalia herkemmin. Tutkimushenkilöt, jotka eivät pitäneet ollenkaan ruokapäiväkirjaa saattavat myös kokea kirjalliset työt ahdistavina ja vaikeina. Haluttomuus täyttää ruokapäiväkirjaa ei kuitenkaan ollut este osallistua tutkimuksen hoitokokeeseen. Tutkimusjoukossa oli muutamia tutkimushenkilöitä, jotka pitivät ruokapäiväkirjaa vain kuuden kuukauden kohdalla. Kyseisten tutkimushenkilöiden tutkimusmotivaatio on saattanut lisääntyä, jonka vuoksi ruokapäiväkirjat onkin päätetty täyttää kuuden kuukauden kohdalla. Parhaimmillaan näiden tutkimushenkilöiden kunnossa ja mielialassa on tapahtunut jonkinlaista muutosta, joka on lisännyt tutkimusmotivaatiota ja innostanut tutkimushenkilöitä myös ruokapäiväkirjan täyttöön.

Yritimme tehdä ohjeistuksen ruokapäiväkirjojen täyttämiseen mahdollisimman samalla tavalla kaikille tutkimushenkilöille sekä tutkimuksen alussa että kuuden kuukauden kohdalla. Kummassakin tutkimuksen aikapisteessä: alku- ja lopputilanteessa tutkimushenkilöitä korostettiin täyttämään ruokapäiväkirja mahdollisimman hyvin ja todenmukaisesti. Tutkimusvastaanotot tai kotikäynnit olivat kuitenkin intensiivisiä tutkimuskertoja, joissa tutkimushenkilöt saattoivat väsyä. Ruokapäiväkirjat ohjeistettiin mittauksen jälkeen, jolloin tutkimushenkilöiden keskittyminen saattoi olla vähän herpaantunut eikä ohjeistukseen jaksettu keskittyä. Toisaalta ohjeistus tehtiin kaikille tutkimushenkilöille samalla tavalla, jolloin lähtökohdat ruokapäiväkirjojen täyttämiseen olivat samanlaiset. Saattaa olla mahdollista, että vain kuuden kuukauden kohdalla päiväkirjaa täyttäneet tutkimushenkilöt ymmärsivät ruokapäiväkirjan

merkityksen tai tavan täyttää ruokapäiväkirjaa alkutilannetta paremmin ja tutkimushenkilöiden kirjaustaidot paranivat.

Suurin osa tutkimushenkilöistä täytti ruokapäiväkirjaa ensimmäisen kerran elämässään tässä tutkimuksessa. Ensimmäinen päiväkirjojen täyttökerta oli tavallaan myös harjoitusta päiväkirjan pitoon, ja kuuden kuukauden kohdalla ruokapäiväkirjojen pito oli jo tuttu asia. Todennäköisesti kuuden kuukauden kohdalla ruokapäiväkirjojen täyttäminen sujui varmemmin, mikä näkyi huolella täytetyistä ruokapäiväkirjoista. Kuuden kuukauden kohdalla tutkimushenkilöiden määrä oli toki huomattavasti alkutilanteen määrää pienempi, mutta tarkennussoittoja tarvitsi tehdä huomattavan vähän. Ruokapäiväkirjat olivat kuitenkin sekä tutkimuksen alussa että kuuden kuukauden kohdalla riittävällä tarkkuudella raportoituja. Sama henkilö tallensi kaikki ruokapäiväkirjat, jolloin eri tulkinnoista johtuvalta virheeltä vältyttiin. Lisäksi kaikki tallennetut ruokapäiväkirjat tarkistettiin kerran läpi.

Tuloksissa tarkasteltiin ravinnonsaantitietoja sekä energian ja energiaravintoaineiden, että valittujen vitamiinien ja kivennäisaineiden osalta. Tutkimuksen pääpaino oli kuitenkin energian ja energiaravintoaineiden tarkastelussa, sillä niiden raportoinnista voidaan saada kohtuullisen luotettava ja todenmukainen kuva keskimääräisestä kolmen päivän saannista. Vitamiinien ja kivennäisaineiden päiväkohtainen vaihtelu on sen sijaan suurempaa, eikä voida olla varmoja kuvaako ruokapäiväkirja näiden ravintoaineiden todellista keskimääräistä saantia. Esimerkkinä tästä vaihtelusta on D-vitamiinin saanti, jota saadaan kalaruokapäivinä suhteellisen hyvin ja muina päivinä suhteellisen niukasti. Lisäksi suojaravintoaineita saatetaan saada myös vitamiini- ja kivennäisainevalmisteita, joita ei pro gradu tutkimuksessa ole huomioitu. Tutkimukseen on kuitenkin otettu mukaan ravinnosta saadut valikoidut suojaravintoaineet: C-vitamiini, D-vitamiini, E-vitamiini, B6-vitamiini, folaatti ja kalsium, sillä aikaisempien tutkimuksen mukaan ne ovat erityisen tärkeitä juuri ikääntyneiden ruokavaliossa (Korpela ym. 1999, Paturi ym. 2008).

6.1.8 Tutkimuspäiväkirjat

Tutkimushenkilöitä ohjeistettiin tutkimuspäiväkirjojen pitoon tarkasti. Ohjeistus tapahtui tutkimusvastaanoton tai kotikäynnin yhteydessä, jolloin tutkimushenkilölle oli tehty erilaisia mittauksia. Tutkimushenkilöt saattoivat kokea mittaukset väsyttävinä, jolloin keskittyminen ohjeiden kuuntelemiseen saattoi herpaantua. Ohjeitus toteutettiin kuitenkin kaikille tutkimushenkilöille yhteneväisellä tavalla ja lähtökohdat tutkimuspäiväkirjojen täyttämiseen

olivat samat. Tutkimushenkilöiden kognitiivinen taso vaihteli ja mukana tutkimuksessa oli myös jonkinasteisista muistihäiriöistä kärsiviä vanhuksia. Tutkimuspäiväkirjojen täyttövarmuus vaihtelikin tutkimushenkilöiden välillä jonkun verran, vaikkakin päiväkirjat olivat keskimäärin hyvin täytettyjä. Osa tutkimushenkilöistä oli täyttänyt tutkimuspäiväkirjaa päivittäin koko kuuden kuukauden ajan ja osalla tutkimushenkilöistä oli taukoja päiväkirjan täyttämisessä. Muutamilla tutkimushenkilöistä kirjaamisesta tuli taukoja, jotka kestivät useimmiten päivästä viikkoon. Muutama pitemmän tauon pitäneistä tutkimushenkilöistä keskeyttivät useimmiten tauon jälkeen. Yhteensä neljä tutkimushenkilöä keskeytti tutkimusvalmisteen käytön kesken tutkimuksen. Keskeyttäneistä kolme kuului verrokkivalmiste ryhmään ja yksi kuului testivalmiste ryhmään.

Tutkijat keskustelivat tutkimushenkilöiden kanssa tutkimusvalmisteen käytön kirjaamisen keskeytymisen syistä ja päivittäinen tutkimusvalmisteen kirjaaminen tuntui joistakin tutkimushenkilöistä haastavalta. Tutkimuksessa oli joitakin tutkimushenkilöitä, jotka olivat vain unohtaneet kirjata valmisteen käyttöä, vaikka raportoivatkin jälkeensä käyttäneensä yhden tai kaksi tutkimusvalmistetta päivittäin koko tutkimuksen ajan. Tällaisessa tilanteessa tutkijat uskoivat tutkimushenkilöä ja puuttuva komplianssi kirjattiin päiväkirjoihin tutkimushenkilön muistin perusteella. Joillakin tutkimushenkilöillä tutkimusvalmisteen käytössä oli todellisia taukoja, mitkä hankaloittivat jonkin verran komplianssin arviointia. Suurin osa tauoista oli kuitenkin lyhyitä, eivätkä heikentäneet koko kuuden kuukauden komplianssia. Suurin osa todellista taukoa pitäneistä tutkimushenkilöistä kirjasi tauon pitämisen syyn ja ilmaisi aikomuksen jatkaa tai lopettaa tutkimuksessa taukonsa jälkeen. Tutkimuksen lopettamista edelsi usein pidempi tauko tutkimusvalmisteen käytössä. Tauot otettiin aina mukaan tutkimuskomplianssin arviointiin ja komplianssi pyrittiin arvioimaan mahdollisimman luotettavasti. Tutkimuspäiväkirjaan kirjattiin tutkimusvalmisteen käytön lisäksi myös päivittäinen liikunta. Pro gradu -työssä ei tarkasteltu tutkimushenkilöiden fyysistä aktiivisuutta. Tutkimuspäiväkirjojen täyttäminen olisi saattanut olla selkeämpää, jos liikunnalle ja tutkimusvalmisteen käytölle olisi kummallekin ollut omat päiväkirjalomakkeensa. Saattoi olla kuitenkin myös niin, että liikunnan ja tutkimusvalmisteen yhtäaikainen kirjaaminen kannusti ikääntyneitä intervention täysipainoiseen toteuttamiseen. Ainoastaan kotikonstiryhmä kirjasi tutkimuspäiväkirjaan vain päivittäisen liikuntansa.

Tutkimusvalmisteen komplianssin tarkka arvioiminen tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä ei ollut mahdollista. Tutkimusvalmisteen käyttöä arvioitiin tutkimushenkilöiden täyttämien

tutkimuspäiväkirjojen avulla, jotka perustuvat täysin tutkimushenkilön omaan raportointiin. Raportoitu tutkimusvalmisteen keskimääräinen käyttö arvioitiin prosentteina koko tutkimusjakson ajalta. Tällaisen raportoinnin perusteella tehdyistä arvioista voidaan saada melko karkea arvio tutkimusvalmisteen käytöstä. Oletettavasti tämän ikäisillä ihmisillä ei ole tarvetta ali- tai yliportointiin, mutta moni tutkimushenkilöstä saattoi kokea tutkimuspäiväkirjan kuormittavana täyttää päivittäin. Tutkimushenkilöt ovat saattaneet kirjata valmisteen käyttöä muistinsa perusteella jälkikäteen tai jättää kirjaamatta joitakin heidän mielestään merkityksettömiä määriä, joilla olisi saattanut olla kuitenkin merkitystä valmisteen kokonaiskäytön kannalta. Tutkimusvalmisteen käyttömäärän arvioinnissa saattoi myös olla eroja tutkimushenkilöiden välillä. Esimerkiksi toiset yli puolet tutkimusvalmisteen juoneista saattoivat kirjata juoneensa lähes kaikki tai kaikki tutkimusvalmisteen ja toiset vain puolet tutkimusvalmisteen. Tuloksinvaraisia eroja on kuitenkin hyvin hankalaa tunnistaa. Tutkimuksen mielenkiinto oli kuitenkin ryhmätason eroissa, jolloin yksilöiden tuloksineroilla ei pitäisi olla niin suurta merkitystä ryhmätason tuloksiin.

Tähän tutkimukseen arvioimalla toteutettu tutkimusvalmisteen käytön seuranta oli todennäköisesti järkevin, ja oletettavasti sen tarkkuus riittää ryhmätason vertailuun. Toinen vaihtoehto olisi ollut pyytää tutkimushenkilöitä raportoimaan päivittäistä tutkimusvalmisteen käyttöään kolmen päivän ruokapäiväkirjoihin. Tämä olisi voinut joidenkin tutkimushenkilöiden osalta antaa tarkimman tiedon tutkimusvalmisteen keskimääräisestä käytettävyydestä tutkimusjakson ajalta. Moni tutkimushenkilö olisi kuitenkin saattanut käyttää ruokapäiväkirjan täyttöpäivinä normaalia enemmän tai vähemmän tutkimusvalmistetta, mikä olisi vääristänyt tutkimusvalmisteen käyttöä koko tutkimuksen aikana. Oletettavasti tutkimushenkilöiden oman raportoidun käytön perusteella arvioitu komplianssi kuvasi kolmen päivän valmisteen käytön tarkkaa kirjausta paremmin keskimääräistä tutkimusvalmisteen käyttöä kuuden kuukauden aikana. Tutkimusvalmisteen tarkimman käyttöasteen olisi voinut selittää mittaamalla laboratorion virtsa- tai verinäytteillä komplianssia kuvaava sopiva merkkiaine. Tällaiset laboratoriomittaukset olisivat kuitenkin vaatineet huomattavasti enemmän resursseja.

6.2 Poikkileikkaustutkimuksen tulosten tarkastelu

Alkutilanteessa poikkileikkausasetelmassa tarkasteltuna ei-sarkopenisten ja sarkopenisten ravinnonsaannissa oli eroja. Myös aiemmissa tutkimuksissa haurailta ja ikääntyneimmillä vanhuksilla on ollut muita ikääntyneitä heikompi ravinnonsaanti ja ravitsemustila (Wakimoto ym. 2001, Suominen ym. 2005, Soini ym. 2009, Suominen ym. 2009, Soini ym. 2011). Tulos oli myös tutkimushypoteesin mukainen. Ravinnonsaannin erot olivat naisilla merkitseviä sekä energian että kaikkien tarkasteltujen ravintoaineiden suhteen. Miehillä tulokset olivat samansuuntaisia, mutteivat tilastollisesti merkitseviä. Toisaalta tutkimuksessa oli vain vähän miehiä ja tulosten hajonta miesten välillä oli erittäin suurta. Suuremmalla miesjoukolla hajonta olisi saattanut olla pienempää ja tulokset merkitsevempiä. Molemmista ryhmistä oli kuitenkin edelleen mukana edustava otos (ks. kpl 5.1).

Tutkimuksessa keskityin tarkastelemaan erityisesti energian ja proteiinin saannin eroja sarkopenisten ja ei-sarkopenisten tutkimushenkilöiden välillä. Energiansaanti jäi ravitsemussuosituksia matalammiksi sekä sarkopenisillä miehillä että naisilla (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005). Sarkopenisilla naisten energiansaanti oli 1574 kcal/vrk:ssa ja miesten 1770 kcal/vrk. Energian keskimääräinen saanti ylitti molemmilla sukupuolilla kuitenkin 1500 kcal:n rajan, jonka katsotaan turvaavan useimpien ravintoaineiden riittävän saannin (Schroll ym. 1996, Nordic Nutrition Recommendations 200). Tutkimushenkilöiden keskimääräinen ravinnonsaanti oli myös Finravinto 2007-tutkimuksen ikääntyneiden ravinnonsaantia hieman paremmalla tasolla (Paturi ym. 2008). Hajonta ikääntyneiden energiansaannissa oli kuitenkin suurta ja tutkimuksessa oli mukana ikääntyneitä joiden energiansaanti oli paljon keskitasoa vähäisempää. Ikääntyneiden energiankulutuksessa voi olla myös suurta vaihtelua, jonka vuoksi yksilöllinen energiantarpeen analysointi saattaa olla ryhmätason keskimääräisen energiansaannin tarkastelua luotettavampaa (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2005).

Tutkimushenkilöiden keskimääräinen alkutilanteen proteiinin saanti, naisilla 0,9 g/kg/vrk:ssa ja miehillä 1 g/kg/vrk:ssa vastasi lähes ikääntyneiden ravitsemussuosittelujen mukaisia elimistön solutoimintoja ylläpitäviä proteiinin saanteja 1-1,2 g/kg/vrk:ssa (kts. Suominen ym. 2010). Tämä vastaa myös aiemmista väestötutkimuksista saatua tietoa, jonka mukaan ikääntyneiden keskimääräinen proteiinin saanti on hyvällä tasolla (Paturi ym. 2008). Toisaalta on myös nähty, että alle 1,2 g/kg/vrk:ssa proteiinia ruokavaliostaan saavat ikääntyneet ovat suuremmassa riskissä

erilaisille sairauksille (Rousset ym. 2003). Tässä tutkimuksessa tutkimushenkilöiden suurin proteiinin saanti oli 163 g/vrk:ssa ja alhaisin saanti vain 30 g/vrk:ssa. Tutkimuksen alhaisimmilla proteiinin saanneilla lihaskato kiihtyy väistämättä, mikä johtaa toimintakyvyn heikkenemiseen sekä lisää sairastumisalttiutta (Lesourd 2006, Morley ym. 2010)

Tutkitusti ikääntyneillä tärkeimpiä suojaravintoainemuuttujia valittiin niiden epätarkkuustekijöistä huolimatta mukaan aineistoon (ks kpl 3.1). Ruokapäiväkirjoista laskettu suojaravintoaineiden saanti jäi naisilla lähes kaikkien vitamiinien ja kivennäisaineiden osalta liian matalaksi. Finnravinto 1997- ja 2007-tutkimuksissa folaatin, kuidun ja D-vitamiinin saannit jäivät useimmin alle ravitsemussuosittelujen (Korpela ym. 1999, Paturi ym. 2008) ja sama trendi näkyy myös Porvoon tutkimuksessa. Suojaravintoaineiden eroista saadut tiedot olisivat voineet olla erityisen mielenkiintoisia, jos tutkimushenkilöt olisivat kirjanneet kyseisiltä päiviltä myös käyttämänsä vitamiini- ja kivennäisainevalmisteet ruokapäiväkirjoihinsa. Muun muassa D-vitamiinin kokonaissaantia olisi ollut mielenkiintoista tarkastella ja verrata nykyisiin ikääntyneiden saantisuosituksiin (kts. Suominen ym. 2010), sillä myös D-vitamiinin saannilla saattaa olla vaikutusta lihasten kuntoon (kts. Suominen ym. 2010). Porvoon tutkimuksessa on erikseen kerätty tietoa tutkimushenkilöiden vitamiini- ja kivennäisaineidevalmisteiden käytöstä, joita ei kuitenkaan pro gradu- työn rajoissa otettu huomioon. Valmisteiden käyttö tiedot olisivat tuoneet todennukaisempaa tietoa tutkimushenkilöiden vitamiinien ja kivennäisaineiden saannista.

Tutkimuksessa ei myöskään tarkasteltu sosioekonomisen aseman ja koulutuksen vaikutusta ravintoaineiden saantiin, jolla on aikaisemmissa tutkimuksissa nähty olevan ikääntyneiden ravinnonsaantiin. Kyseisissä tutkimuksissa heikommassa sosioekonomisessa asemassa olevien ravinnonsaanti on ollut muita tutkimushenkilöitä huonompaa (Korpela ym. 1999, Pitkälä ym. 2011). Kouluttautumisella on ollut vaikutusta suojaravintoaineista esimerkiksi folaatin saantiin (Paturi ym. 2008). Sosioekonomisten erojen tarkastelu olisi saattanut myös antaa parempaa kuvaa tutkimusjoukosta. Joihinkin tutkimuksiin valikoituu nimenomaan terveydestään kiinnostuneempaa ja usein korkeammin kouluttautuneita henkilöitä. Tässä tutkimuksessa tutkimukseen osallistuminen oli kuitenkin tehty mahdollisimman helpoksi kotikäyntimahdollisuuksien avulla, jolloin suuremmalla ikääntyneiden joukolla oli mahdollisuus osallistua tutkimukseen. Lisäksi tutkimuksessa tehdyt alkumittaukset rajoittivat kaikkien alkumittauksiin tulleiden mahdollisuutta osallistua tutkimuksen hoitokokeeseen.

Ravintomuuttujien ja toimintakykymittareiden välisiä yhteyksiä tarkasteltiin naisilla ja miehillä sukupuolten toimintakykyerojen takia erikseen. Tutkimuksessa havainnoitiin myös iän ja BMI:n korrelaatioita ravinto- ja toimintakykymuuttujiin. Ikä ja BMI olivat yhteydessä toimintakykymittareihin molemmilla sukupuolilla, vaikkakin naisilla merkitseviä yhteyksiä oli miehiä enemmän. Iän ja BMI:n yhteydet tiettyihin ravintoainemuuttujiin olivat sen sijaan merkitseviä vain naisilla, ja miehillä samat yhteydet olivat paljon heikompia. Naisilla myös ravintomuuttajat korreloivat usean toimintakykymittarin kanssa, vaikkakin havaittu yhteys oli melko heikko. Miehillä samat yhteydet eivät olleet merkitseviä ja ainoastaan rasvan ja kävelynopeuden välillä näkyi merkitsevä, mutta heikko yhteys. Iän lisääntyessä esimerkiksi proteiinin saanti väheni naisilla merkitsevästi, kun sama yhteys ei ollut merkitsevä miehillä. Proteiinin saanti näyttäisi selittävän naisten puristusvoiman vaihtelusta 8 %, jolloin kuitenkin vielä 92 % vaihtelusta jäi selittämättä. Myös muissa yhteyksissä energian tai ravintoaineiden ja toimintakykymittareiden suhteen näkyi sama trendi.

Yhteyden säilymistä energian tai ravintoaineiden ja toimintakykymittareiden välillä tarkasteltiin erilaiset sekoittavat tekijät mallissa huomioiden. Sekoittaviksi tekijöiksi valittiin ikä, BMI ja sukupuoli, jotka kaikki korreloivat vahvasti toimintakykymittareiden kanssa. Sekoittavilla tekijöillä vakioinnin jälkeen merkitsevät yhteydet naisten kuidun saannin ja puristusvoiman sekä kuidun saannin ja pohkeen lihasindeksin yhteyksiä lukuun ottamatta hävisivät. Kuidun saannin merkitsevyyden säilyminen saattaa kuvata esimerkiksi täysjyvätuotteiden sisältämän proteiinin, laadukkaiden hiilihydraattien ja suojaravintoaineiden yhteyttä toimintakykyyn. Kuidun saannissa saattoi kuitenkin olla vaihtelua päivien välillä, eikä kolmen päivän ruokapäiväkirjoista välttämättä saada täysin todellista kuvaa tutkimushenkilöiden tavanomaisesta kuidun saannista. Tällainen vaihtelu voi vääristää tutkimustuloksia. Kaikkia korrelaatiotaulukoissa (Liitteet 9-10) esitettyjä merkitseviä yhteyksiä ei vakioitu sekoittavilla tekijöillä, sillä pro gradu – työssä oltiin kiinnostuneita ensisijaisesti energian sekä proteiinin ja toimintakykymittareiden korrelaatioista.

Tutkimuksen korrelaatiotulosten perusteella tiettyjen ravintoaineiden saanti saattaa olla erityisen tärkeää vanhemmilla naisilla. Useimmiten etenkin vähäinen proteiinin ja energiansaanti on yleisintä juuri ikääntyneillä naisilla (Suominen 2007, Vikstedt ym. 2011). Naisilla myös ruokailun tarkkailu saattaa olla yleisempää kuin miehillä, mikä voi heikentää naisten ravinnonsaantia entisestään. Tutkimuksessa suurin osa sarkopenisista tutkimushenkilöistä oli naisia, sillä naisia ilmottautui tutkimukseen mukaan miehiä enemmän. Lisäksi moni tutkimuksen

mittauksiin tulleista miehistä oli melko hyvässä kunnossa, eikä sopivia miehiä löytynyt yhtä paljon kuin sopivia naisia.

6.3 Interventioasetelman ravinnonsaannin tulosten tarkastelu

Tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti pysyi interventio aikana lähes muuttumattomana kaikissa tutkimusryhmissä, eikä tutkimusryhmien välillä ollut eroja ravinnonsaannissa kuuden kuukauden kohdalla. Pro gradu tutkimuksessa oli tärkeää, ettei tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti heikentynyt tutkimusjakson aikana runsaasti proteiinia ja energiaa sisältävien tutkimusvalmisteiden takia. Joissakin aikaisemmissa tutkimuksissa (Hall ym. 2003, Anderson ym. 2004, Veldhorst ym. 2009) heraproteiini on lisännyt kylläisyyttä ja heikentänyt tämän vuoksi muuta ravinnonsaantia. Kylläisyysvaikutukset on myös useimmiten nähty lyhytkestoisissa tutkimusasetelmissa, joissa syöty heraproteiinin määrä on paljon suurempi kuin Porvoon tutkimushenkilöiden keskimäärin käyttämä määrä.

Tutkimushenkilöiden sanallisesti kuvaamissa subjektiivisissa haitoissa muutama tutkimushenkilö kertoi tutkimusvalmisteen vaikuttaneen ruokahuonon ja syödyn ruoan määrään. Tutkimushenkilöiden itse raportoimissa kylläisyydentuntemuksissa ei kuitenkaan ollut eroja tutkimusryhmien välillä. Tulos saa tukea tutkimuksista, joissa heraproteiinin ei ole nähty lisäävän kylläisyyttä muita ravinnon proteiininlähteitä tai edes hiilihydraattilähteitä enemmän (Aldricha ym. 2011, Parsons ym. 2011). Tutkimusryhmien energiansaanti ei myöskään eronnut, joten koettu kylläisyydentunne ei välttämättä vähentänyt ravinnonsaantia tai sen vaikutus oli yhtä suuri molemmissa tutkimusryhmissä. Vaikka heraproteiini saattaakin vähentää näläntuntemusta, sillä ei välttämättä ole vaikutusta lopulliseen syödyn ruoan energiamäärään (Hall ym. 2003a).

Tutkimuksessa ei voida myöskään olla varmoja johtuiko mahdollinen koettu kylläisyydentunne pelkästä tutkimusvalmisteesta, vai muun ruokavalion proteiinista. Runsaasti proteiinia sisältävän aterian on osoitettu monissa tutkimuksissa lisäävän kylläisyyden tunnetta ja pienentävän ruokahalua vähemmän proteiinia sisältävää ja hiilihydraattipitoisempaa ruokavaliota enemmän (Porrini ym. 1997, Liukkonen ym. 2004, Lejeune ym. 2006). Molempien tutkimusryhmien ikääntyneitä ohjeistettiin syömään runsaasti proteiinia sisältäviä elintarvikkeita, jolla saattaa myös olla vaikutusta kylläisyyden tunteen lisääntymiseen.

Tämän tutkimuksen perusteella näyttää siltä, ettei tutkimusvalmisteiden käyttö heikentänyt muiden ravintoaineiden saantia. Toisaalta tutkimuksessa ei tarkasteltu muutosta tutkimushenkilöiden ruoankäytössä, eikä tutkimushenkilöiden ruokavalion laadun muutoksesta

voida olla varmoja. Aikaisemmissa tutkimuksissa on nähty täydennysravintovalmisteiden osana muuta ruokavaliota parantavan ruokavalion laatua (Lauque ym. 2004, Salas-Salvado ym. 2005, Baldwin ym. 2008, Jeong-Su ym. 2010, Milne 2009). Tutkimushenkilöiden ruoankäyttöä olisi voitu tutkia tarkastelemalla tiettyjen ruokavalion laadulle tärkeiden elintarvikkeiden käytettävyyttä alku- ja lopputilanteessa. Tämän tutkimuksessa päämielenkiinto oli kuitenkin energian- ja proteiinin saanneissa, joista saatiin tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä riittävän tarkkaa tietoa.

Interventiotutkimuksen hypoteesina oli, että ravinnonsaanti eroaa tutkimusryhmien välillä ja heraproteiiniryhmän ravinnonsaanti on muita ryhmiä parempaa. Hypoteesi ei sellaisenaan pitänyt paikkaansa, mikä on loogista ajatellen tutkimuksen kohderyhmää, pientä tutkimushenkilöiden määrää ja intervention suhteellisen lyhyttä kestoja. Ikääntyneet ovat usein tottuneet tietynlaiseen ruokavalioon, eikä pelkkä yhden kerran ravintoneuvonta todennäköisesti muokkaa ruokavaliota esimerkiksi erityisen proteiinipitoiseksi. Osa vanhuksista on toki saattanut lisätä esimerkiksi kalan syöntiä, ottaa D-vitamiinivalmisteen käyttöön ja syödä hiukan enemmän proteiinipitoisia elintarvikkeita. Tällaiset yksilötason muutokset jäävät todennäköisesti kuitenkin ryhmätasolla ja pienellä tutkimusjoukolla havaitsematta. Ravinnonsaannin tarkastelu ilman tutkimustuotetta mahdollisti muussa ravinnonsaannissa tapahtuneiden muutoksen tarkastelun. Tällaisessa ravinnonsaannin tarkastelussa voitiin kaikkia kolmea interventioryhmää vertailla toisiinsa, kun komplianssissa ravintoaineiden tarkastelu rajoittui ainoastaan tutkimusvalmisteryhmiin.

6.4 Interventioasetelman tutkimusvalmisteen käytön tarkastelu

Tutkimuksen komplianssi ei eronnut merkitsevästi tutkimusryhmien välillä. Tutkimuksen kannalta tämä oli tärkeä tieto, sillä muuten tutkimusvalmisteen vaikutuksia ravinnonsaannissa ei olisi ollut luotettavaa vertailla tutkimusryhmien välillä. Tutkimusvalmisteen keskimääräinen käyttö oli molemmissa ryhmissä hyvää (ks. kpl 5.1.2).

Tutkimusvalmisteet lisäsivät molempien tutkimusryhmien energian saantia ja testivalmisteryhmän proteiinin saantia, vaikkakin on hyvä muistaa, että ravinnonsaanti on kuvattu kolmen päivän keskimääräisenä saantina ja tutkimusvalmisteen käyttö koko tutkimusjakson arviona (ks. kpl 6.1.8). Täydennysravintovalmisteiden käytön hyötyjä ravinnonsaantiin on aikaisemminkin tutkittu etenkin pitkäaikaishoidossa olevilla ikääntyneillä, joilla valmisteiden käyttö on lisännyt energian ja proteiinin saantia muun ruokavalion laatua heikentämättä (Lauque ym. 2004, Duncan ym. 2006, Beck ym. 2012.). Myös kunnan terveydenhuollon potilaiden energian ja proteiinin saantia on täydennysravintovalmisteiden käytön ansiosta ollut tavanomaista ravitsemusneuvontaa saavia ikääntyneitä parempaa (Edington ym. 2004, McMurdo ym. 2009, Parsons ym. 2010). Proteiinin saannissa tutkimusryhmien välillä näkyi tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0.000$). Sen sijaan energiansaanti ei eronnut merkitsevästi ryhmien välillä ($p=0.580$).

Heraproteiini-ryhmän proteiinin saannin muutos oli tutkimusvalmisteen komplianssi mukaan luettuna keskimäärin 33,6 grammaa, mikä näyttäisi riittävän tehostamaan lihasproteiinisynteesiä (Paddon-Jones ym. 2004, Symons ym. 2007). Yli 30 gramman heraproteiiniannoksella näyttää olevan suurin hyöty kehon lihasproteiinitasapainoon (Pennings ym. 2012). Tutkimushenkilöiden proteiinin saanti saattoi jakautua kuitenkin sekä aamu- ja iltapäivälle, jonka vuoksi proteiinin saannin kerta-annos saattoi yhdellä valmisteen nauttimiskerralla jäädä alle proteiinisynteesin kannalta optimaalisena pidetyn 25–35 gramman (Paddon-Jones ja Rasmussen 2009). Toisaalta tutkimuksen ikääntyneiden päivittäinen proteiinin saanti oli kuitenkin keskimäärin suurempi kuin vanhainkodin asukkaille toteutetussa heraproteiinitutkimuksessa (Björkman ym. 2011). Kyseisessä tutkimuksessa 20 g/vrk heraproteiini- valmisteen lisäksi ikääntyneiden kehonpainoa ja lihasmassaa.

Testiryhmän tutkimushenkilöiden päivittäinen proteiinin saanti kuuden kuukauden kohdalla oli keskimäärin 1,5 grammaa painokiloa kohti. Nykyisiä suosituksia suurempi, noin 1,5 g

proteiininsaanti saattaakin olla ainakin sairauksien sekä liikuntaharjoittelun yhteydessä perusteltu (Wolfe ym. 2008, Morley ym. 2010). Kahdessa uudessa ulkomaalaisessa tutkimuksessa riittävä proteiininsaanti on ollut merkityksellinen toimintakyvyn paranemisen kannalta (Tieland ym. 2012 a,b). Porvoon tutkimusta vastaavanlaisessa liikunta- ja ravitsemusinterventiossa proteiininsaanti lisääntyi maitoproteiinilisää nauttineessa ryhmässä alkutilanteen 1 g/kg/vrk:sta lopputilanteen 1,4 g/kg/vrk:ssa (Tieland ym. 2012a). Tulos on lähellä Porvoon tutkimuksen proteiinisaannin muutosta alkutilanteen 0,9-1,0 g/kg/vrk:ssa testiryhmän lopputilanteen 1,5 g/kg/vrk:ssa. Kyseisessä tutkimuksessa myös maitoproteiinilisää nauttineiden tutkimushenkilöiden fyysinen suorituskky parantui muita tutkimushenkilöitä enemmän. Tutkimuksen ikääntyneiden taustatiedot, kuten ikä, BMI, MMSE ja fyysisen toimintakyvyn mittaristo vastasivat Porvoon tutkimushenkilöiden taustatietoja.

Muissakin tutkimuksissa on tutkittu täydennysravintovalmisteiden vaikutusta ikääntyneiden toimintakykyyn. Monet tutkimukset poikkeavat kuitenkin Porvoon tutkimuksesta, sillä tutkimusten ikääntyneet ovat joko olleet verrattain nuoria ja parempikuntoisia (Björkman ym. 2011) tai huonokuntoisia pitkäaikaishoidettavia (Björkman ym. 2012). Positiivisia tuloksia täydennysravintovalmisteiden vaikutuksista fyysiseen kuntoon on kuitenkin saatu myös kunnan terveydenhuollon asiakkailta ja sairaalasta kotiutuvilta kuntoutusjakson aikana (Edington ym. 2004, McMurdo ym. 2009, Beck ym. 2012).

Pro gradu -työssä ei tarkasteltu muutosta tutkimuksen toimintakykymittareissa ja pelkästä ravinnonsaannin muutosten tarkastelusta ei voida päätellä vaikutusta ikääntyneiden toimintakykyyn. Tutkimuksesta täydennysravintovalmisteilla saadut positiiviset vaikutukset ravinnonsaantiin ovat kuitenkin linjassa aikaisempien ikääntyneiden ravitsemusinterventioiden (esim. Tieland ym 2012a) kanssa. Koko Porvoon tutkimuksen päättyessä on mielenkiintoista tarkastella heraproteiinivalmisteen vaikutusta lihasvoimaan- ja massaan sekä fyysiseen toimintakykyyn ja verrattuna useissa aikaisemmissa tutkimuksissa käytettyyn maitoproteiiniivalmisteseen (Edington ym. 2004 McMurdo ym. 2009, Parsons ym. 2010, Tieland ym. 2012a). Heraproteiinivalmisteen nauttimisella saattaa olla etuja proteiinisynteesiin esimerkiksi kaseiiniproteiiniin verrattuna (Dangin ym. 2002, Walrand ja Boirie 2005, Cribb ym. 2006, Pennings ym. 2011) ja eritoten heraproteiinin sisältämän leusiinin on ajateltu olevan proteiinisynteesin stimuloimisen kautta potentiaalinen lihasmassaa - ja kehonkoostumusta muokkaava komponentti (Layman ja Walker 2006, Zhang ym. 2007b). Heraproteiinivalmisteen

ei kuitenkaan ole aina nähty vaikuttavan lihasvoimaan ja fyysiseen toimintakykyyn edes maltodekstriinivalmistetta paremmin (Arnarson ym. 2013).

Tämä tutkimus havainnollisti, ettei täydennysravintovalmisteiden käytöstä ollut haittaa muuhun ravinnonsaantiin ja käytetyt tutkimusvalmisteet vaikuttivat kokonaisenergian- ja proteiinin saanteihin positiivisesti. Mikäli koko Porvoon tutkimuksesta saadaan positiivisia vaikutuksia ravinnonsaannin lisäksi myös toimintakykyyn, voidaan hauraammille kotona asuville ikääntyneille suositella heraproteiininpitoista täydennysravintovalmistetta, hyviä proteiininlähteitä sisältävää ruokavaliota ja päivittäistä itselle sopivaa liikuntaa.

6.5 Tutkimushenkilöiden subjektiivisten kokemusten tarkastelu

Tutkimushenkilöiden numeeristen ja sanallisten arvioiden perusteella kaikkien ryhmien tutkimushenkilöt saivat tutkimuksesta enemmän hyötyä kuin haittaa. Tutkimuksen kolmen ryhmän vertailua ei voida pitää täysin luotettavana, sillä kotikonstiryhmää pyydettiin arvioimaan yleisesti tutkimuksen hyötyjä ja haittoja. Tutkimusvalmisteryhmät kuvasivat sen sijaan positiivisia ja negatiivisia kokemuksiaan tutkimusvalmisteista. Numeerisesti arvioitua hyödyt ja haitat eivät eronneet tutkimusryhmien välillä. Verrokkiryhmässä oli kuitenkin testiryhmää enemmän tutkimushenkilöitä, joiden numeerisesti arvioitu haitta oli -5 tai sen yli (asteikolla -10-+10). Myös sanalliset tutkimuksen arviot olivat samansuuntaisia tutkimusryhmien välillä.

Tutkimusvalmisteita nauttineiden ikääntyneiden kuvaamat haittavaikutukset liittyivät vatsa- ja suolisto-oireisiin, mikä johtunee melko suuresta tutkimusvalmisteen määrästä. Kaikki tutkimushenkilöt eivät todennäköisesti olleet tottuneet käyttämään maitovalmisteita näin paljon päivittäin. Joillekin tällaisista oireista valittaneille ohjeistettiin käyttämään valmistetta hiukan vähemmän ainakin tutkimuksen alkuvaiheessa. Tutkimushenkilöiden kuvaamat vatsa- ja suolisto-oireet saattoivat johtua myös tutkimusvalmisteiden runsaasta sokerimäärästä, mihin moni tämänikäinen vanhus ei ainakaan päivittäisessä ruokavaliossaan ole tottunut.

Tutkimusvalmisteiden runsas sokerin määrä saattoi aiheuttaa myös äkillisen verensokerin nousun, mikä on voinut piristää tutkimushenkilöitä ainakin hetkellisesti. Muutama verrokkivalmistetta nauttinut tutkimushenkilö raportoi käytetyn valmisteen valvottavan iltaisin ja vaikeuttavan nukkumista. Testiryhmän tutkimushenkilöt eivät raportoineet tällaisia tuntemuksia. Verrokkivalmisteeissa oli testivalmistetta enemmän sokeria, millä voi olla vaikutusta verensokeripitoisuuksiin ja jopa vireystilaan. Tutkimusvalmisteen nauttimisajankohdalla oli kuitenkin varmasti suurin merkitys vireystilaan illalla. Tutkimusvalmiste suositeltiin nautittavaksi liikunnan jälkeen aamu- ja iltapäivällä. Normaalisti aikaisin nukkumaan meneville ikääntyneille valmisteen nauttiminen saattoi kuitenkin tapahtua liian lähellä nukkumaanmenoaikaa.

Kaikkien tutkimusryhmien ikääntyneillä oli positiivisia kommentteja tutkimuksesta. Osa kotikonstiryhmän vanhuksista arvioi tasapainon ja kävelynsä parantuneen sekä liikuntamotivaation lisääntyneen. Kotikonstiryhmän kokemusten perusteella voi olla, että

tutkimushenkilöt hyötyivät pelkästä yleisellä tasolla annetusta liikunta- ja ravitsemusohjeistuksesta. Liikuntamotivaatio saattoi lisääntyä tutkimusryhmällä päivittäisten liikuntakertojen kirjaamisen ansiosta. Tutkimusvalmisteryhmien ikääntyneet eivät kuvanneet liikuntamotivaationsa parantuneen, vaikkakin moni tutkimushenkilöistä koki piristyneensä ja jaksavansa kävellä sekä suorittaa arkiaskareita entistä paremmin. Aikaisemmissakin tutkimuksissa on nähty täydenny ravintovalmisteiden lisäävän ikääntyneiden jaksamista (Stratton ym. 2003, Björkman ym. 2011, Cawood ym. 2012).

Porvoon tutkimuksen päätyttyä on mielenkiintoista havainnoida kuinka mitatut hyödyt vastaavat tutkimushenkilöiden kokemia hyötyjä. Pro gradu-työssäni mukana olleiden tutkimushenkilöiden kuuden kuukauden kohdalla kokemat hyödyt viittaavat toimintakyvyn parantumiseen, mutta muutosta lihasvoimassa- ja massassa sekä fyysisessä suorituskävyssä voidaan arvioida vasta toimintakykymittausten valmistuttua 2014.

7 Johtopäätökset

Tutkimuksen alkutilanteessa ei-sarkopenisten ja sarkopenisten tutkimushenkilöiden ravinnonsaanti erosi toisistaan, mikä saattaa kuvastaa hauraiden vanhusten heikompaa ravinnonsaantia. Ravinnonsaannin erot olivat kuitenkin merkitseviä vain naisilla, vaikkakin miesten tuloksissa näkyi samankaltainen trendi. Ravitsemustilassa ei ollut merkitseviä eroja tutkimusryhmien välillä. Poikkileikkausasetelmalla saatiin hyvä kuva koko tutkimusaineistosta ja tutkimushenkilöistä. Poikkileikkaustutkimuksessa havainnoitiin myös ravintomuuttujien ja toimintakykymittareiden välisiä yhteyksiä. Merkitseviä korrelaatioita oli esimerkiksi proteiinin ja puristusvoiman sekä energian ja pohkeen lihasindeksin välillä, vaikkakin kyseiset yhteydet hävisivät tuloksien sekoittavilla tekijöillä vakioinnin jälkeen.

Tutkimuksen intervention kuuden kuukauden ravinnonsaannissa ei ollut eroja tutkimusryhmien välillä. Pro gradu – työn perusteella näyttäisi siltä, ettei tutkimusvalmisteiden käyttö heikentänyt muuta ruokavaliota. Tutkimusvalmisteiden käytön mediaani testiryhmässä oli 83 % ja verrokkiryhmässä 80 %, mikä kuvaa tutkimusvalmisteiden hyvää käyttöastetta. Molemmat tutkimusvalmisteet lisäsivät tutkimushenkilöiden energiansaantia. Proteiininsaanti oli merkitsevästi suurempaa heraproteiinipitoista tutkimusvalmistetta käyttäneillä verrattuna hiilihydraattipitoista tutkimusvalmistetta käyttäneisiin tutkimushenkilöihin. Täydennysravintovalmisteiden vaikutus muuhun ravinnonsaantiin puoltaa aikaisempien tutkimusten tuloksia, joissa valmisteilla on nähty olevan positiivinen vaikutus myös lihasmassaan- ja voimaan sekä toimintakykyyn. Pro-gradu tutkimuksesta ei kuitenkaan voitu päätellä vaikutuksia fyysiseen kuntoon.

Tutkimus onnistui hyvin sille annetuissa rajoissa. Tutkimuksessa käytettyihin menetelmiin ja sekoittavien tekijöiden huomiointiin liittyy kuitenkin epävarmuutta ja ongelmallisuutta, jota on vaikeaa välttää ihmisille tehtävissä tutkimuksissa. Tutkimuksen suorien johtopäätösten tekoa rajoittaa myös intervention pieni tutkimusjoukko. Tutkimuksella saatiin kuitenkin suhteellisen laadukasta tietoa tutkimushenkilöiden ravinnonsaannin eroista ryhmätasolla.

Lähteet

Abellan van Kan G, Rolland Y, Bergman H, Morley JE, Kritchevsky SB, Vellas B. The I.A.N.A task force on frailty assessment of older people in clinical practice. *J Nutr Health Aging* 2008;12:29-37.

ADA Reports. Position of the American Dietetic Association: Liberalization of the diet prescription improves quality of life for older adults in long-term care. *J Am Diet Assoc.* 2005;105:1955-1965.

Aimutis W. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr* 2004;134:989S-995S.

Akvahan T, Luhovyy BL, Anderson GH. Effect of drinking compared with eating sugars or whey protein on short-term appetite and food intake. *Int J Obes (Lond)* 2011;35:562-9.

Akvahan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrosylate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr* 2010;91:966-75.

Aldricha N, Reicksa M, Sibleyb S, Redmonb B, Thomasc W, Raatza S. Varying protein source and quantity do not significantly improve weight loss, fat loss, or satiety in reduced energy diets among midlife adults. *Nutrition Research* 2011;31:104-112.

Anderson GH, Tecimer SN, Shah D, Zafar TA. Protein source, quantity, and time of consumption determine the effect of proteins on short-term food intake in young men. *J Nutr* 2004;134:3011-5.

Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR, Jefferson LS. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *J Nutr* 2001;131:856S-860S.

Anthony JC, Yoshizawa F, Anthony TG, Vary TC, Jefferson LS, Kimball SR. Leucine stimulates translation initiation in skeletal muscle of postabsorptive rats via a rapamycin-sensitive pathway. *J Nutr.* 2000;130:2413-2419.

Al Snih S, Markides K, Ottenbacher K et al. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res.* 2004;16:481-6.

Arnal MA, Mosoni L, Dardevet D, Ribeyre MC, Bayle G, Prugnaud J, Patureau Mirand P. Pulse feeding pattern restores stimulation of muscle protein synthesis during the feeding period in old rats. *J Nutr* 2002;132:1002-1008.

Arnarson A, Gudny O, Ramel A, Briem K, Jonsson PV, Thorsdottir I. Effects of whey proteins and carbohydrates of the efficacy of the resistance training in elderly people: double blind, randomized, controlled trial. *Eur J Clin Nutr.* 2013;13.

Balogopal, P, Schimke J.C, Ades P, Adey D, Nair K.S. Age effect on transcript levels and synthesis rate of muscle MHC and response to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;280:E203–E208.

Baldwin C, Weekes CE. Dietary advice for illness-related malnutrition in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;CD002008. doi: 10.1002/14651858.CD002008.pub3. Review. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(9):CD002008.

Bauer JM, Sieber CC. Sarcopenia and frailty: a clinician's controversial point of view. *Exp Gerontol* 2008;43:674–8.

Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev* 1999;107:123–36.

Beck Am, Balknas UN, Camilo Me, et al: Practices in relation to nutritional care and support-report from the Council of Europe. *Clin Nutr* 2002;21:351-354.

Beck AM, Kjar S, Hansen BS, Storm RL, Thal-Jantzen K, Bitz C. Follow-up home visits with registered dietitians have a positive effect on the functional and nutritional status of geriatric medical patients after discharge: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2012 Dec 20. [Epub ahead of print]

Biolo G, Declan Fleming RY, Wolfe RR. Physiologic hyperinsulinemia stimulates protein synthesis and enhances transport of selected amino acids in human skeletal muscle. *J Clin Invest*. 1995 Feb;95:811-9.

Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staelin HB, Orav JE, Stuck AE, Treiler R, Wong JB, Egli A, Kiel DB, Hensckowski J. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ*. 2009;339:b3692. Review.

Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, Giovannucci E, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005;293:2257–2264.

Burton-Freeman BM. Glycomacropeptide (GMP) is not critical to whey-induced satiety, but may have a unique role in energy intake regulation through cholecystokinin (CCK). *Physiol Behav* 2008;93:379-87.

Björkman M, Finne-Soveri H, Pilvi T, Tilvis R. Bioimpedance spectroscopy as a measure of physical functioning in nursing home residents. *Aging Clin Exp Res* 2012;24:612-618.

Björkman MP, Pilvi TK, Kekkonen RA, Korpela R, Tilvis RS. Similar effects of leucine rich and regular dairy products on muscle mass and functions of older polymyalgia rheumatica patients: a randomized crossover trial. *J Nutr Health Aging* 2011;15:462-4627.

Björkman MP, Finne-Soveri H, Tilvis RS. Whey protein supplementation in nursing home residents. A randomized controlled trial. *European Geriatric Medicine* 2012;3:161-166.

Blumberg J. Nutritional needs of seniors. *J Am Coll Nutr* 1997;16:517-23.

Bohannon RW, Bear-Lehman J, Desrosiers J, Massy-Westropp N, Mathiowetz V. Average grip strength: a meta-analysis of data obtained with a Jamar dynamometer from individuals 75 years or more of age. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30:28-30.

Bonnefoy M, Cornu C, Normand S, Boutitie F, Bugnard F, Rahmani A et al. The effects of exercise and protein-energy supplements on body composition and muscle function in frail elderly individuals: a long-term controlled randomised study. *BR J Nutr.* 2003;89:731-739.

Boirie Y, Gachon P, Beufre M. Splanchnic and whole-body leucine kinetics in young and elderly men. *Am J Clin Nutr.* 1997;65:489-495.

Boirie Y. Physioathological mechanism of sarcopenia. *The journal of nutrition, Health & Aging.* 2009;13:8.

Borsheim E, Tipton KD, Wolf SE, Wolfe RR. Essential amino acid effects on human muscle protein synthesis. *J Nutr.* 2002;132:3225S-7S.

Borsheim E, Bui QU, Tissier S, Kobayashi H, Ferrando AA, Wolfe RR. Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clin Nutr* 2008;27:189–195.

Bos C, Benamouzig R, Bruhat A, Roux C, Valensi P, Ferriere F et al. Nutritional status after short-term dietary supplementation in hospitalized malnourished geriatric patients. *Clin Nutr* 2001;20:225-233.

Botella-Carretero JJ, Iglesias B, Balsa JA, Arrieta F, Zamarron I, Vazquez C. Perioperative oral nutrition supplements in normally or mildly undernourished geriatric patients submitted to surgery for hip fracture: a randomized clinical trial. *Clin Nutr* 2010;29:574-579.

Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Appetite hormones and energy intake in obese men after consumption of fructose, glucose and whey protein beverages. *Int J Obes (Lond)* 2007;31:1696-703.

Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Appetite regulatory hormone responses to various dietary proteins differ by body mass index status despite similar reductions in ad libitum energy intake. *J Clin Endocrinol Metab* 2006 b;91:2913-2919.

Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Energy intake, ghrelin, and cholecystokinin after different carbohydrate and protein preloads in overweight men. *J Clin Endocrinol Metab* 2006 a;91:1477-1483.

Bouillanne O, Curis E, Hamon-Vilgot B, Nicolis I, Chrétien P, Schauer N, Vincent J, Cynober L, Aussel C. Impact of protein pulse feeding on lean mass in malnourished and at-risk hospitalized elderly patients: A randomized controlled trial. *Clinical Nutrition* 2013;2:186-192.

Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: Effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutrition Journal* 2004;3:22-26.

Bullinger, M. German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: Preliminary results from the IQOLA Project. *Social Science and Medicine* 1995 ;41:1359–1366.

Bunout D, Barrera G , de la Maza P, Avendano M, Gattas V, Petermann M et al. The impact of nutritional supplementation and resistance raining on the health functioning of free-living Chilean elders: results of 18 months of follow-up. *J Nutr* 2001;131:2441S-2446S.

Burke DG, Chilibeck PD, Davidson KS, Candow DG, Farthing J, Smith-Palmer T. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:349-364.

Calder PC, Ahluwalia N, Brouns F, Buetler T, Clement K, Cunningham K, Esposito K, Jönsson LS, Kolb H, Lansink M, Marcos A, Margioris A, Matusheski N, Nordmann H, O'Brien J, Pugliese G, Rizkalla S, Schalkwijk C, Tuomilehto J, Wärnberg J, Watzl B, Winklhofer-Roob BM. Dietary factors and low-grade inflammation in relation to overweight and obesity. *Br J Nutr*. 2011;3:S5-78.

Campbell WW, Crim MC, Young VR, Joseph LJ, Evans WJ. Effects of resistance training and dietary protein intake on protein metabolism in older adults. *Am J Physiol* 1995;268:E1143-E1153.

Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, Evans VJ. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M373-M380.

Campbell WW. Synergistic use of higher-protein diets or nutritional supplements with resistance training to counter sarcopenia. *Nutr Rev* 2007;65:416-422.

Candow DG, Burke NC, Smith-Palmer T, Burke DG. Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. *Int J Sport Nutr Exerc metab* 2006a;16:233-244.

Carlsson M, Littbrand H, Gustafson Y, Lundin-Olsson L, Lindelöf M, Rosendahl E, Håglin L. Effects of high-intensity exercise and protein supplement on muscle mass in adl dependent older people with and without malnutrition – a randomized controlled trial. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. 2011;15:7.

Carmeli E, Coleman R, Reznick AZ. The biochemistry of aging muscle. *ExpGerontol* 2002;37:477-489.

Cataldo N. Insulin like growth factor binding proteins: do they play a role in polycystic ovary syndrome? *Endocrinology* 1997;15:123–136.

Cawood AL, Elia M, Stratton RJ. Systematic review and meta-analysis of the effects of high protein oral nutrition supplements. *Ageing Res Rev* 2012;11:278-296.

Cawthon PM, Marshall LM, Michael Y et al. Frailty in older men: prevalence, progression, and relationship with mortality. *J Am Geriatr Soc* 2007;55:1216–23.

Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB et al. Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc* 2009;57:251–9.

Chien MY, Huang TY, Wu YT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:1710-5.

Clark BC, Manini TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13:271–6.

Claessens M, van Baak MA, Monsheimer S, Saris WH. The effect of low-fat, high-protein or high-carbohydrate ad libitum diet on weight loss maintenance and metabolic risk factors. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:296-304.

Committee of Ministers. Resolution ResAP (2003) on Food and Nutritional Care in Hospitals. Strasbourg: Council of Europe;2003.

Cota D, Proulx K, Smith KA, Kozma SC, Thomas G, Woods SC. Hypothalamic mTOR signaling regulates food intake. *Science* 2006;312:927-930.

Cribb PJ, Williams AD, Stathis C, Carey MF, Hayes A. Effects of Whey Isolate, Creatine, and Resistance Training on Muscle Hypertrophy. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16:494-509.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010;39:412-23.

Cruz-Jentoft A, Jean Pierre M, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin F, Michel J, Rolland Y, Schneider S, Topinkova´ E, Vandewoude M, Zamboni M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing* 2010;39:412-423.

Dangin M, Boirie Y, Guillet C, Beaufriere B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *J Nutr.* 2002;132:S3228-S3233.

Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C et al.: The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol.* 2003;549:635-644

de Groot LC, Beck AM, Schroll M, van Staveren WA. Evaluating the DETERMINE your nutritional health checklist and the Mini Nutritional Assessment as tools to identify nutritional problems in elderly Europeans. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52:877–883.

de Groot LC, Verheijden MW, de Henauw S, Schroll M, van Staveren WA; SENECA investigators. Lifestyle, nutritional status, health, and mortality in elderly people across Europe:

a review of the longitudinal results of the SENECA study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2004;59:1277–84.

De Jong, N., Mulder, I., de Graaf, C., and van Staveren, W.A. Impaired sensory functioning in elders: The relation with its potential determinants and nutritional intake. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1999;54:B324-B331.

Delbono O. Neural control of aging skeletal muscle. *Aging cell* 2003;2:21-29.

Demling RH, DeSanti L. Effect of hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Ann Nutr Metab* 2000;44:21-9.

Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004;34:809-824.

Devkota S, Layman DK. Protein metabolic roles in treatment of obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13:403-7.

Dideriksen KJ, Reitelseder S, Petersen SG, Hjort M, Helmark IC, Holm L. Stimulation of muscle protein synthesis by whey and caseinate ingestion after resistance exercise in elderly individuals. *Scand J Med Sci Sports* 2011;6:372-383.

Diepvens K, Haberer D, Westerterp-Plantenga M. Different proteins and biopeptides differently affect satiety and anorexigenic/ orexigenic hormones in healthy humans. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:510-8.

Dillar CJ, Walzem RL, German JB. Whey components: Millennia of Evolution create functionalities for mammalian nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2002;42:353-375.

Dillon EL, Sheffield-Moore M, Paddon-Jones D, et al. Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94:1630–1637.

Dirks AJ, Leeuwenburgh C. The role of apoptosis in age-related skeletal muscle atrophy. *Sports Med* 2005;35:473-483.

Drewnowski, A. and Evans, W.J. 2001. Nutrition, physical activity, and quality of life in older adults: summary. *J Gerontol A Biol Med Sci*. 2001;56A:89-94.

Drewnowski A. and Schultz, J.M. Impact of aging on eating behaviors, food choices, nutrition, and health status. *The Journal of Nutrition, Health and Aging* 2001;5:75-79.

Doherty T. J. Physiology of aging. Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003;95:1717–1727.

Donato J,Jr., Pedrosa RG, Cruzat VF, Pires IS, Tirapegui J.Effects of leucine supplementation on the body composition and protein status of rats submitted to food restriction. *Nutrition* 2006;22:520-7.

Douglas A, Reynolds CK, Givens ID, Elwood PC, Minihane AM. Associations between dairy consumption and body weight : a review of the evidence and underlying mechanism. *Nutr Res Rev.* 2011;15:1-24.

Duncan DG, Beck SJ, Hood K, Johansen A. Using dietetic assistants to improve the outcome of hip fracture: a randomised controlled trial of nutritional support in an acute trauma ward. *Age Aging* 2006;35:148-153.

Durham WJ, Dillon EL, Sheffield-Moore M. Inflammatory burden and amino acid metabolism in cancer cachexia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009;12:72–77.

Edington J, Barnes R, Bryan F, Dupree E, Frost G, Hickson M et al. A prospective randomized controlled trial of nutritional supplementation in malnourished elderly in the community: clinical and health economic outcomes. *Clin Nutr* 2004;23:195-204.

Esmarck J, Andersen S, Olsen E, Richter M, Kjaer M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *The Journal of physiology* 2001;1:301-311.

Evans WJ, Morley JE, Argiles J et al. Cachexia: a new definition. *Clin Nutr* 2008;27:793–9.

Evans, W. J. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2010;91:1123S–1127S.

Farrell HM, JR., Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown Em, Butler JE, Creamer LK, Hicks CL, Hollar CM, Ng-Kwai-Hang KF, Swaisgood HE. Nomenclature of the proteins of cows` milk—sixth revision. *J Dairy Sci* 2004;87:1641-1674.

Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, Evans VJ. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med.* 1994;330:1769-1775.

Finravinto-tutkimusryhmä. The 1997 Dietary Survey of Finnish Adults. Publications of the National Public Health Institute B8. Helsinki 1998.

Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF, Gail MH. Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA.* 2007;298:2028-37.

Fogelholm M. Lihavuuden arviointi. Teoksessa: Mustajoki P, Fogelholm M, Rissanen A, Uusitupa M, toim. Lihavuus – Ongelma ja hoito. 3.painos. Hämeenlinna: Duodecim 2006;67:S99-S101.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-Mental state": a practical method of grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12:189-98.

Foote JA, Giuliano AR, Harris RB. Older adults need guidance to meet nutritional recommendations. *J Am Coll Nutr.* 2000;19:628–640.

Frestedt JL, Zenk JL, Kuskowski MA, Ward LS, Bastian ED. A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: a randomized human clinical study. *Nutr Metab (Lond).* 2008;5:8.

Fried LP, Tangen CM, Walston J et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M146–56.

Frost G. Nutritional influences on gut hormone release. *Gastrointestinal hormones. Current Opinion in Endocrinology & Diabetes* 2006;13:42-48,

Fryburg DA, Jahn LA, Hill SA, Oliveras DM, Barrett EJ. Insulin and insulin-like growth factor-1 enhance human skeletal muscle protein anabolism during hyperaminoacidemia by different mechanisms. *J Clin Invest*. 1995;96:1722-1729.

Fujita S, Volpi E. Amino acids and muscle loss with aging. *J Nutr*. 2006;136:S277-S280.

Fujita S, Rasmussen BB, Cadenas J. Aerobic exercise Overcomes the Age-Related Insulin Resistance of muscle protein metabolism by improving endothelial function U and Akt/mTOR signaling. *Diabetes* 2007;56:1615-1622.

Gale CR, Martyn CN, Cooper C et al. Grip strength, body composition, and mortality. *Int J Epidemiol*. 2007;36:228–35.

Gariballa S, Forster S. Effects of dietary supplements on depressive symptoms in older patients a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Clin Nutr*. 2007;26:545-551.

Gariballa S, Forster S. Dietary supplementation and quality of life of older patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2007; 55:2030-2034.

Garlick PJ, Grant I. Amino acid infusion increases the sensitivity of muscle protein synthesis in vivo to insulin. Effect of branched-chain amino acids. *Biochem J*. 1988;254:579–584.

Garratt, A. M., Ruta, D. A., Abdalla, M. I., Buckingham, J. K., & Russell, I. T. The SF-36 health survey questionnaire: an outcome measure suitable for routine use within NHS? *British Medical Journal* 1993;306:1440–1444.

Goldspink G, Harridge SDR. Growth factors and muscle ageing. *Exp Gerontol*. 2004;39:1433-1438.

Goodpaster BH, Park SW, Harris TB. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61:1059–64.

Crogan NL, Pasvogel A. The influence of protein-calorie malnutrition on quality of life in nursing homes. *J Gerontol A Biol Sci*. 2003;58:159–64.

Groot, L. & Staveren, W. 1998. Euronut -SENECA study on nutrition and the elderly in Europe: Formulations. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 1.12.2012]. Saatavana: <http://apjcn.nhri.org.tw/server/apjcn/FHILL/Chapter18.pdf> ??

Guigoz Y. The Mini Nutritional assessment (MNA) review of the literature – what does it tell us? *J Nutr Health Aging* 2006;10:466-485.

Guillet C, Zangarelli A, Gachon P, Morio B, Giraudet C, Rousset P, Boirie Y. Whole body protein breakdown is less inhibited by insulin, but still responsive to amino acid, in nondiabetic elderly subjects. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004 Dec;89:6017-24

Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF et al. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55:M221–M231.

Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Geronto.* 1994;49:M85–M94.

Ha E ja Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanism underlying health benefits for active people. *J Nutr Biochem.* 2003;14:251-258.

Halford JCG, Harrold JA, Boyand EJ; Lawton CL, Blundell JE. Serotonergic drugs. Effects on appetite expression and use for the treatment of obesity. *Drugs* 2007;67:27-55.

Hall WL, Millward DJ, Long SJ, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *Br J Nutr.* 2003a;89:239-248.

Hara K, Yonezawa K, Weng Q-P, Kozlowski MT, Belham C, Avruch J. Amino acid sufficiency and mTOR regulate p70 S6 kinase and eIF-4E BP1 through a common effector mechanism. *J Biol Chem.* 1998; 273:14484-14494.

Hays N, Kim H, Wells A, Ajkenova O, Evans W. Effects of Whey and Fortified Collagen Hydrolysate Protein Supplements on Nitrogen Balance and Body Composition in Older Women. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1082-1087.

Hays RD, Sherbourne CD, Mazel RM: The RAND 36-Item Health Survey 1.0. *Health Econ* 1993;2:217-27.

Hellstrom PM, Geliebter A, Naslund E, Schmidt PT, Yahav EK, Hashim SA, Yeomans MR. Peripheral and central signals in the control of eating in normal, obese and binge-eating human subjects. *Br J Nutr.* 2004;92: S47-S57.

Hetherington, M.M. Taste and appetite in the elderly. *Proceeding of the Nutrition Society* 1998;57:625-631.

Heyman A, Fillenbaum G, Nash F. (Toim.) Predictors of time to institutionalization of patients with Alzheimer's disease: the CERAD experience, part XVII. *Neurology* 1997;48:1304-1309.

Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgrad Med J.* 2006;82:2-8.

Hughes, G., Bennett, K.M., and Hetherington, M.M. Old and alone: barriers to healthy eating in older men living on their own. *Appetite* 2004;43:269-276.

Hughes VA, Roubenoff R, Wood M et al. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:475–82.

Hursel R, van der Zee L, Westerterp-Plantenga MS. Effects of a breakfast yoghurt, with additional total whey protein or caseinomacropeptide-depleted alpha-lactalbumin-enriched whey protein, on diet-induced thermogenesis and appetite suppression. *Br J Nutr.* 2010;103: 775-80.

Horwitz B.A, Blanton C.A and McDonald, R.B. Physiologic determinants of the anorexia of aging: insight from animal studies. *Annual Reviews of Nutrition* 2002;22:417-438.

Hänninen T, Pulliainen V. Neuropsykologinen seulonta. Teoksessa: Muistihäiriöt ja dementia (Toim). Erkinjuntti T, Alhainen K, Rinne J, Soininen H. Duodecim, 2. Uudistettu painos, Karisto Oy, Hämeenlinna, 2006;368-379.

Ikizler TA, Pupim LB, Brouillette JR, Levenhagen DK, Farmer K, Hakim RM. Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;282:E107-E116.

Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurement by impedance : A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys.* 2008;30:1257-1269.

Janssen I, Baumgartner R, Ross R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol.* 2004;159:413–421.

Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol.* 2000;89:456-471.

Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50:889–896.

Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT et al. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52:80–85.

Jeong-Su Kim, Jakob M. Wilson, Sang-Rok Lee. Dietary implications on mechanism of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. *J of Nutritional Biochemistry* 2010;21:1-13.

Kaiser M.J, Bauer J.M, Ramsch W; Uter W, Guigoz Y, Cederholm T, Thomas D.R, Anthony P, Charlton K.E, Maggio M, Tsai A.C, Grathwohl D, Vellas B, Sieber C.C. Validation of the mini nutritional assessment short-form (MNA-SF): A practical tool for identification of nutritional status. *The journal of nutrition, Health & Aging* 2009;13:782-788.

Kamel H, Malekgoudarzi B, Pahlavan M. Inappropriate use of therapeutic diets in the nursing home. *J Am Ger Soc.* 2000;48:856–857.

Kandarian SC, Jackman RW. Intracellular signaling during skeletal muscle atrophy. *Muscle Nerve* 2006;33:155-165.

Karunanathan S, Wolfson C, Bergman H, Béland F, Hogan DB. A multidisciplinary systematic literature review on frailty: overview of the methodology used by the Canadian initiative on frailty and aging. *BMC Med Res Methodol* 2009;12:68.

Katsanos CS, Chinkes DL, Paddon-Jones D, Zhang XJ, Aarsland A, Wolfe RR. Whey protein ingestion in elderly persons results in greater muscle protein accrual than ingestion of its constituent essential amino acid content. *Nutr Res.* 2008;28:651-658.

Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *Am J Clin Nutr* 2005;82:1065-1073.

Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;291:E381-E387.

Kelly IE, Tessier S, Cahill A, Morris SE, Crumley A, McLaughlin D, McKee RF, Lean ME. Still hungry in hospital: identifying malnutrition in acute hospital admissions. *QJM.* 2000;93:93–98.

Kerksick CM, Rasmussen CJ, Lancaster SL, Magu B, Smith P, Melton C, Greenwood M, Almada AL, Earnest CP, Kreider RB. The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *J Strength Cond Res.* 2006; 20:643-653.

Koivisto V, Mäenpää J, Teramo K & Uusitupa M. Sokeritauti. Kirjassa: Kliininen endokrinologia, 4. uudistettu painos, toim. Lamberg B-A, Nikkilä E & Pelkonen R. Kustannus OY Duodecim 1992;305–405.

Koivisto V & Sipilä I. Sokeritauti. Kirjassa: Endokrinologia toim. Välimäki M, Sane T & Dunkel L. Hämeenlinna: Karisto Oy 2000.

Koopman R, Verdijk LB, Beelen M, Gorselink M, Kruseman AN, Wagenmakers AJ, Kuipers H, van Loon LJ. Co-ingestion of leucine with protein does not further augment post exercise muscle protein synthesis rates in elderly men. *Br J Nutr.* 2008;3:571-580.

Korhonen HJ. Bioactive components of bovine milk. Teoksessa: Park YW, toim. Bioactive components in milk and dairy products. Singapore: Wiley-Blackwell; 2009:15-42.

Korpela K, Valsta L, Pietinen P. Iäkkäiden suomalaisten ravinto. *Suom Laakaril.* 1999;54:4075-4082.

Korpela K, Valsta L, Pietinen P. Iäkkäiden suomalaisten ravinto. *Suom Laakaril.* 1999;54:4075-4082.

Kotler DP, Tierney AR, Wang J, Pierson RN Jr. Magnitude of body-cell-mass depletion and he timing of death from wasting in AIDS. *Am J Cli Nutr.* 1989;50:444–447.

Krissansen GW. Emerging health properties of whey proteins and their clinical implications. *J Am Coll Nutr.* 2007;26:713S-723S.

Laakso M. Insuliiniresistenssi-epidemiologiasta molekyylibiologiaan. *Suomen Lääkäril.* 1995;50:203.

Laitalainen Helakorpi S, Uutela A. Eläkeikäisen väestön terveyskäyttäytyminen ja terveys keväällä 2009 ja niiden muutokset 1993-2009 Helsinki: Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL), 2011.

Lam SM, Moughan PJ, Awati A, Morton HR. The influence of whey protein and glycomacropeptide on satiety in adult humans. *Physiol Behav.* 2009;96:162-8.

Lands LC, Grey VL, Smountas AA. Effect of supplementaion with a cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol.* 1999;87:1381-1385.

Lang CH, Frost RA, Nairn AC, MacLean DA, Vary TC. TNF-alpha impairs heart and skeletal muscle protein synthesis by altering translation initiation. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002;282:E336-E347

Laukkanen P, Heikkinen E, Kauppinen M. Muscle strength and mobility as predictors of survival in 75-84-year-old people. *Age Ageing* 1995;24:468-73.

Laurentani F, Russo C, Bandinelli S et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003;95:1851–60.

Lauque S, Arnaud-Battandier F, Gillette S, Plaze JM, Andrieu S, Cantet C, Vellas B. Improvement of weight and fat-free mass with oral nutritional supplementation in patients with Alzheimer's disease at risk of malnutrition: a prospective randomized study. *J Am Ger Soc.* 2004;52:1702-7

Layman DK, Baum JJ. Dietary protein impact on glygemc control during weight loss. *The Journal of Nutrition* 2004;134:968S-973S.

Layman DK. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *J Nutr.* 2003; 133:261S-267S.

Layman DK, Walker DA. Potential importance of leucine in treatment of obesity and the metabolic syndrome. *J Nutr.* 2006;136:319S-323S.

Lesourd B. Nutritional factors and immunological ageing. *ProcNutr Soc.*2006;65:319-25. Review.

Lejeune MP, Westerterp KR, Adam TC, Luscompre-Marsh ND, Westerterp-Plantenge MS. Ghrelin and glucagon-like peptide 1 concentrations, 24-h satiety, and energy and substrate metabolism during a high-protein diet and measured in a respiration chamber. *Am J Clin Nutr.* 2006;83:89-94.

Ling CH, de Craen AJ, Slagboom PE ym. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr*. 2011;30:610-615.

Livingstone MB, Prentice AM, Strain JJ, Coward WA, Black AE, Barker ME, McKenna PG, Whitehead RG. Accuracy of weighed dietary records in studies of diet and health. *BMJ*. 1990;300:708-12.

Liukkonen K-H, Kauppinen S, Karppinen S, Karhunen L, Autio K, Lahteenmaki L. Elintarvikeet, kylläisyys ja painonhallinta. *VTT tiedotteita – Research Notes* 2004;2234:91.

Lopez M, Tovar S, Vazquez MJ, Williams LM, Dieguez C. Peripheral tissue-brain interactions in the regulation of food intake. *Proc Nutr Soc*. 2007;66:131-155.

Luhovyy BL, Akhavan T, Anderson GH. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J Am Coll Nutr*. 2007;26:704S-712S

Lynch CJ, Gern B, Lloyd C, Hutson SM, Eicher R, Vary TC. Leucine in food mediates some of the postprandial rise in plasma leptin concentrations. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006;291:E621-E630.

Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14:10-17.

Mattes, R.D. and Cowart, B.J. Dietary assessment of patients with chemosensory disorders. *Journal of the American Dietetic Association*. 1994;94:50-56.

McAlpine, S.J., Harper, J., McMurdo, M.E.T., Bolton-Smith, C., and Hetherington, M.M. Nutritional supplementation in older adults: Pleasantness, preference and selection of sip-feeds. *British Journal of Health Psychology* 2003;8:57-66.

McMurdo ME, Price RJ, Shields M, Potter J, Stott DJ. Should oral nutritional supplementation be given to undernourished older people upon hospital discharge? A controlled trial. *J AM Geriatr Soc*. 2009;57:2239-2245.

McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ*. 1994;308:945–948.

Meek SE, Persson M, Ford GC, an Nair S. Differential regulation of amino acids exchange and protein dynamics across splanchnic and skeletal muscle beds by insulin in healthy human subjects. *Diabetes* 1998;47:1824-1835

Milne AC, Potter J, Vivanti A, Avenell A. Protein and energy supplementation in elderly people at risk from malnutrition. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009:CD003288. Review.

Mojtahedi MC, Thorpe MP, Karampinos DC, Johnson CL, Layman DK, Georgiadis JG, Evans EM. The effects of higher protein intake during energy restriction on changes in body

composition and physical function in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011;11:1218-1285.

Morifuji M, Sakai K, Sangbongi C, Sugiuru G. Dietary whey protein downregulates fatty acid synthesis in the liver, but upregulates it in skeletal muscle of exercise-trained rats. *Nutrition* 2005a;21:1052-1058.

Morifuji M, Sakai K, Sugiuru K. Dietary whey protein modulates liver glycogen level and glykoregulatory enzyme activites in exercise-trained rats. *Exp Biol Med* 2005b;230:23-30.

Morley J.E. Anorexia of aging: physiologic and pathologic. *Am J Clin Nutr.* 1997;66:760–773.

Morley J.E, Anker SD, Evans WJ. Cachexia and aging: an update based on the Fourth International Cachexia Meeting. *J Nutr Health Aging* 2009;13:47–55.

Morley J.E, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NE, Doehner W, Fearon KC, Ferrucci L, Hellerstein MK, Kalantar-Zadeh K, Lochs H, MacDonald N, Mulligan K, Muscaritoli M, Ponikowski P, Posthauer ME, Rossi Fanelli F, Schambelan M, Schols AM, Schuster MW, Anker SD; Society for Sarcopenia, Cachexia, and Wasting Disease. Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2010;11:391-396.

Morley J.E. Sarcopenia: diagnosis and treatment. *J Nutr Health Aging* 2008;12:452-456.

Morley J.E and Silver, A.J. Anorexia in the elderly. *Neurobiology of aging* 1988;9:9-16.

Muscaritoli, M., Anker, S. D., Argilés, J., Aversa, Z., Bauer, J. M., Biolo, G., Boirie, Y., Bosaeus, I., Cederholm, T., Costelli, P., Fearon, K. C., Laviano, A., Maggio, M., Fanelli, F. R., Schneider, S. M., Schols, A., Sieber, C. C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics”. *Clinical Nutrition* 2010;29:154–159.

Muurinen S, Soini H, Suominen M, Pitkala KH. Nutritional status and psychological well-being. *European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism E-SPEN.*2010;5:e25–29.

Moreiras O, van Staveren WA, Amorim Cruz JA, Carbajal A, de Henauw S, Grunenberger F, Roszkowski W. Longitudinal changes in the intake of energy and macronutrients of elderly Europeans. *SENECA Investigators. Eur J Clin Nutr.* 1996;50:S67–S76. Mowé M, Bøhmer T. Reduced Appetite: A predictor for undernutrition in aged people. *J Nutr Health Aging.* 2002;6:81–83.

National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Nutrition support in adults: oral nutrition nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition (clinical guidelines 32). London, 2006. Ref Type: Report.

Newman AB, Yanez D, Harris T, Duxbury A, Enright PL, Fried LP, the Cardiovascular Study Research Group. Weight Change in Old Age and its Association with Mortality. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49:1309–1318.

NIH. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:524S–5232S.

Nijs KA, de Graaf C, Kok FJ, van Staveren WA. Effect of family style mealtimes on quality of life, physical performance, and body weight of nursing home residents: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2006;332:1180–1184.

Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Bjorck IM. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:1246-1253.

Nilsson M, Holst JJ, Bjorck IM. Metabolic effects of amino acid mixtures and whey protein in healthy subjects: studies using glucose-equivalent drinks. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:996-1004.

Nordic Council of Ministers. Nordic Nutrition Recommendations 2004. Integrating nutrition and physical activity. Nord 2004;13.

Norman K, Kirchner H, Freudenreich M, Ockenga J, Lochs H, Pirlich M. Three month intervention with protein and energy rich supplements improve muscle function and quality of life in malnourished patients with non-neoplastic gastrointestinal disease-a randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2008;27:48-56.

Norman K, Pirlich M, Sorensen J et al. Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. *Clin Nutr*. 2009;28:78–82.

Nuutinen O, Siljamäki-Ojansuu U, Mikkonen R, Peltola T, Silaste M-L, Uotila H, Sarlio-Lahteenkorva S. Ravitsemushoitosuositus. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Helsinki: Oy Edita Ab, 2010.

Ovaskainen ML, Valsta L, Nissinen K, Tapanainen H, Männistö S. The National FINDIET 2002 Study. In: Publications of National Public Health Institute. Helsinki, 2003:83-104.

Pal S ja Ellis V. The acute effects of four protein meals on insulin, glucose, appetite and energy intake in lean men. *British Journal of Nutrition* 2010;104:1241–1248.

Pal S, Ellis V, Dhaliwal S. Effects of whey protein isolate on body composition, lipids, insulin and glucose in overweight and obese individuals. *British Journal of Nutrition* 2010;104:716-723.

Paddon-Jones D & Rasmussen B. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009;12:86-90.

Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Katsanos CS, Zhang X-J, Wolfe RR. Differential stimulation of muscle protein synthesis in elderly humans following isocaloric ingestion of amino acids or whey protein. *Exp Gerontol*. 2006;41:215-219.

Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Zhang X-J, Volpi E, Wolf SE, Aarsland A, Ferrando AA, Wolfe R. Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004;286:E321-E328.

Paddon Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. Protein, weight management and satiety. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:1558 S-1561S.

Paturi, M., Tapanainen, H., Reinivuo, H. & Pietinen, P. Finravinto 2007 -tutkimus. The National FINDIET 2007 Survey. Kansanterveyslaitoksen julkaisu. Helsinki, B23/2008.

Paquet, C., St-Arnaud-Mckenzie, D., Kergoat, M-J., Ferland, G., and Dube', L. Direct and indirect effects of everyday emotions on food intake of elderly patients in institutions. *Journal of Gerontology, Biological and Medical Sciences* 2003;58A:M153-M158.

Papadakis MA, Grady D, Black D, et al. Growth hormone replacement in healthy older men improves body composition but not functional ability. *Ann Intern Med.* 1996;124:708–716.

Parsons EL, Elia M, Cawood AL, Smith TR, Warwick H, Stratton RJ. Randomized controlled trial shows greater total nutritional intakes with liquid supplements than dietary advice in care home residents. *Clin Nutr Suppl.* 2011;6:31, Ref Type: Abstract.

Parsons EL, Stratton RJ, Elia M. Systematic review of the effects of oral nutritional interventions in care homes. *Proc Nutr Soc.* 2010;69:E547. Ref Type: Abstract

Pennings B, Boirie Y, Senden MG, Gijsen A, Kuipers H, Loon L. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr.* 2011;93:997-1005.

Pennings B, Groen B, de Ljange A, Gijsen AP, Zorenc AH, Senden JM, van Loon LJ. Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2012;8 992-999.

Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Abrams C, Nachtigall D, Hansen C. Effects of a short-term vitamin D and calcium supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *J Bone Miner Res.* 2000;15:1113–118.

Phillips SM, Tang JE, Moore DR. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *J Am Coll Nutr.* 2009;28:343-354.

Pilvi TK, Harala S, Korpela R, Mervaala EM. Effects of high-calcium diets with different whey proteins on weight loss and weight regain in high-fat-fed C57BL/6J mice. *Br J Nutr.* 2009;102:337-41.

Pilvi TK, Korpela R, Huttunen M, Vapaatalo H, Mervaala EM. High-calcium diet with whey protein attenuates body-weight gain in high-fat-fed C57BL/6J mice. *Br J Nutr.* 2007;98:900-7.

Pitkälä K, Mäkelä M. Vanhusten proteiiniläiravitsemus ja lihaskato. *Suom Lääkäril* 2000;55:1345–1349.

Pitkälä K, Routasalo P, Kautiainen H, Savikko N, Tilvis R. Psykososiaalisen ryhmäkuntoutuksen vaikuttavuus. Geriatrisen kuntoutuksen tutkimus- ja kehittämishanke. Tutkimusraportti 11. Vanhustyön keskusliitto.

Pietiläinen KH, Korkeila M, Bogl LH, Westertep KR, Yki-Järvinen H, Kaprio. Inaccuracies in food and physical activity diaries of obese subjects:complementary evidence from double-labeled water and co-twin assessments. *Int J Obes.* 2009;34:437-345.

Poslusna K, Ruprich J, de Vries JH, Jakubikova M, van't Veer P. Misreporting of energy and micronutrient intake and body weight and composition changes in college students. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1433-1438.

Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat, and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav.* 1997;62:563-570.

Prado CM, Lieffers JR, McCargar LJ et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol* 2008;9:629–635.

Prättälä R, Paalanen L, toim. Elintavat ja niiden väestöryhmäerot Suomessa Terveystutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisu B2 / 2007.

Rantanen T, Harris T, Leveille SG. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55:M168–M173.

Rasmussen BB, Fujita S, Wolfe RR, Mittendorfer B, Roy M, Rowe VL, Volpi E. Insulin resistance of muscle protein metabolism in aging. *FASEB J* 2006; Published online February 7, 2006:1-22.

Ravitsemussuositukset ikääntyneille. 2010. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Rennie MJ, Bohe J, Wolfe RR. Latency, duration and dose response relationships of amino acid effects on human muscle protein synthesis. *J Nutr.* 2002;132:322S-7S.

Reynolds EH. Folic acid, ageing, depression, and dementia. *BMJ.* 2002;324:1512–1515.

Rieu I, Balage M, Sornet C, et al. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J Physiol.* 2006;575:305–315.

Rieu I, Balage M, Sornet C, et al. Increased availability of leucine with leucine-rich whey proteins improves postprandial muscle protein synthesis in aging rats. *Nutrition* 2007;23:323–331.

Rieu I, Sornet C, Bayle G, et al. Leucine-supplemented meal feeding for ten days beneficially affects postprandial muscle protein synthesis in old rats. *J Nutr.* 2003;133:1198–1205.

Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan G et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 2008;12:433–450.

Rolls B.J. Appetite, hunger, and satiety in the elderly. *Critical Reviews in Food Science and Behavior.* 1993;66:193-197.

Rolls B.J., Dimeo KA, Shide DJ. Age-related impairments in the regulation of food intake.

Am J Clin Nutr. 1995;62:923–31. Rolls BJ. Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? *Physiol Behav.* 1999;66:193–197.

Rolls B.J. and Mcdermott, T.M. Effects of age on sensory-specific satiety. *American Journal of Clinical Nutrition.* 1991;54:988-996.

Romero-Ortuno R, Casey AM, Cunningham CU, Squires S, Prendergast D, Kenny RA, Lawlor BA. Psychosocial and functional correlates of nutrition among community-dwelling older adults in Ireland. *J Nutr Health Aging* 2011;15:527–531.

Rosenberg I. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:1231–1233.

Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr.* 1997;127:990S–991S

Rousset S, Patereau Mirand P, Brandolini M, Martin JF, Boirie Y. Daily protein intakes and eating patterns in young and elderly French. *Br J Nutr.* 2003;90:1107-1115.

Rudman D, Feller A, Nagraj H, et al. Effects of human growth hormone in men over 60 years old. *N Engl J Med.* 1990;323:1–6

Ruiz-Lopez MD, Artacho R, Oliva P, Moreno-Torres R, Bolanos J, de Teresa C, Lopez MC. Nutritional risk in institutionalized older women determined by the Mini Nutritional Assessment test: what are the main factors? *Nutrition* 2003;19:767–771.

Salas-Salvado J, Torres M, Planas M, Altimir S, Pagan C, Gonzalez ME, Johnston S, Puiggros C, Bonada A, Garcia-Lorda P. Effect of oral administration of a whole formula diet on nutritional and cognitive status in patients with Alzheimer's disease. *Clin Nutr.* 2005;24:390-397.

Santos-Eggimann B, Cuenoud P, Spagnoli J, Junod J. Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64:675–681.

Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE, Jameson K, Martin HJ, Cooper C. The developmental origins of sarcopenia: using peripheral quantitative computed tomography to assess muscle size in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008;8:835-840.

Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE. Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function: the tip of the iceberg? *Diabetes Care* 2005;28:2541–2542.

Schroll K, Carbajal A, Decarli B, Martins I, Grunberger F, Blauw YH, Groot CPGM. *Eur J Clin Nutr.* 1996;50:S86–S100.

Schmid, M. Weißl, H. Hesecker. Recording the nutrient intake of nursing home residents by food weighing method and measuring the physical activity. *J Nutr Health Aging* 2003;7:294–295.

Shalin-Jäntti C. Insuliiniresistenssi aikuistyyppin diabeteksen synnyssä. *Suom Lääkäril.* 1996;51:1918.

Shertzer HG, Woods SE, Krishan M, Genter MB, Pearson KJ. Dietary whey protein lowers the risk for metabolic disease in mice fed a high fat diet. *J Nutr*. 2011;141:582-587.

Short KR, Nair KS. The effect of age on protein metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2000;3:39-44.

Siddiqui SMK, Chang E, Li J, Burlage C, Zou M, Buhman KK. Dietary intervention with vitamin D, calcium, and whey protein reduced fat mass and increased lean mass in rats. *Nutr Res*. 2008;28:783-90.

Siljamäki-Ojansuu U, Isosomppi R, Korpio A, Kukkonen J, Oksa H, Parikka A, Peltola T, Pietilä M. Valkeakosken ravitsemusprojekti. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, 2003. ISBN 951-068-7 (Pirkanmaan sairaanhoitopiirin julkaisu, ISSN 1238-2639 ; 5/2003) <http://www.pshp.fi/download.aspx?ID=336&GUID={C90E12EE-1C78-4D45-AE92-6FA19296C93F}>

Singh MA, Ding W, Manfredi TJ, Solares GS, O'Neil EF, Clements KM, ym. Insulin like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am J Physiol*. 1999;277:E135-E143.

Smith K, Reynolds N, Downie S, Patel A, Rennie MJ. Effects of flooding amino acids on incorporation of labeled amino acid into human muscle protein. *Am J Physiol*. 1998;275:E73-E78.

Soenen S, Hochhstenbach-Waelen A, Westerterp-Plantenga MS. Efficacy of α -lactalbumin and milk protein on weight loss and body composition during energy restriction. *Obesity* 2011;19:370-90.

Soini H, Routasalo P, Lagstrom H. Characteristics of the Mini-Nutritional Assessment in elderly home-care patients. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58:64-70.

Soini H, Suominen M, Muurinen S, Strandberg TE, Pitkala KH: Frequency of malnutrition in Older Adults: A Multinational Perspective Using the Mini Nutritional Assessment. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:765-6.

Soini H, Suominen M, Muurinen S, Pitkala K. Letter to the Editor: Long-Term Care and Oral Health. *JAMDA*. 2009;10:365-446.

Song MY, Ruts E, Kim J et al. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:874-80.

Staples A, Burd N, West D, Currie K, Atherton B, Moore D, Rennie M, Macdonald M, Baker T, Phillips S. Carbohydrate Does Not Augment Exercise-Induced Protein Accretion versus Protein Alone. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011.

Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:693-700.

- Stipanuk MH. Leucine and protein synthesis: mTOR and beyond. *Nutr Rev.* 2007;65:122-9.
- Strandberg T, Viitanen M, Rantanen T, Pitkälä K. Vanhuksen hauraus-raihnausoireyhtymä. *Duodecim* 2006;122:1495–502.
- Stratton RJ, Bowyer G, Elia M. Food snacks or liquid oral nutritional supplements as a first-line treatment for malnutrition in post-operative patients? *Proc Nutr Soc.* 2006;65:4A. Ref Type: Abstract.
- Stratton RJ, Bowyer G, Elia M. Greater total vitamin intakes post-operatively with liquid oral nutritional supplements than food snacks. *Proc Nutr Soc* 2006;65:10A. Ref Type: Abstract
- Stratton RJ, Green CJ, Elia M. Disease-related malnutrition: an evidence based approach to treatment. Wallingford: CABI Publishing; 2003.
- Sullivan, M., Karlsson, J., & Ware, J. The Swedish SF-36 Health Survey – I. Evaluation of data quality, scaling assumptions, reliability and construct validity across general population in Sweden. *Social Science and Medicine* 1995;41:1349–1358.
- Suominen MH, Kivisto S, Pitkala KH. The effects of nutrition education on professionals practice and further to the nutrition of aged nursing home residents. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61:1226-1232a.
- Suominen MH, Hosia-Randell H, Muurinen S, Peiponen A, Routasalo P, Soini H, Suur-Uski I, Pitkala KH. Vitamin D and calcium supplementation among aged residents in nursing homes. *J Nutr Health Aging* 2007;11:433-437b.
- Suominen M, Finne-Soveri H, Hakala P, Hakala-Lahtinen P, Mannisto S, Pitkala K, Sarlio-Lahteenkorva S, Soini H. Ravitsemussuosittukset ikaantyneille. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Helsinki: Oy Edita Ab, 2010.
- Suominen M, Laine A, Routasalo P, Pitkala K.H., Rasanen L. The nutrient content of the served food in a nursing home, nutrient intake and nutritional status of the demented elderly residents. *J Nutr Health Aging* 2004;8:234-238.
- Suominen M, Muurinen S, Routasalo P, Soini H, Suur-Uski I, Peiponen A, Finne-Soveri H, Pitkala KH. Malnutrition and factors associated with it among aged residents in all nursing homes in Helsinki. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59:578-583.
- Suominen MH, Sandelin E, Soini H, Pitkala KH. How well do nurses recognize their elderly patient`s malnutrition. *Eur J Clin Nutr.* 2009;63:292-296.
- Sun X, Zemel MB. Leucine modulation of mitochondrial mass and oxygen consumption in skeletal muscle cells and adipocytes. *Nutr Metab. (Lond)* 2009;6:26.
- Symons TB, Schutzler SE, Cocke TL, Chinkes DL, Wolfe RR, Paddon-Jones D. Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *Am J Clin Nutr.* 2007;86:451-6.
- Syddall H, Cooper C, Martin F, Briggs R, Aihie Sayer A. Is grip strength a useful single marker of frailty? *Age Ageing* 2003;32:650-656.

Sääksjärvi K, Reinivuo H. Ruokamittoja. Helsinki: Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 15/2004.

Takechi R, Galloway S, Pallegage-Gamarallage MM, Lam V, Mamo JC. Dietary fats, cerebrovasculature integrity and Alzheimer's disease risk. *Prog Lipid Res.* 2010;49:159-70.

Tessari P, Kiwanuka E, Cristini M, Zaramella M, Enslen M, Zurlo C, Garcia-Rodenas C. Slow versus fast proteins in the stimulation of beta-cell response and the activation of the entero-insular axis in type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2007;23:378-385.

Thompson FE, Byers T. Dietary assessment resource manual. *J Nutr.* 1994;124:2245S-2317S.

Tieland M, Dirks ML, van der Zwaluw N, Verdijk LB, van de Rest O, de Groot LC, van Loon LJ. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2012;13:713-9.a

Tieland M, van de Rest O, Dirks ML, van der Zwaluw N, Mensink M, van Loon LJ, de Groot LC. Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2012;13:720-726.

Tilvis, R. Vanhenemiseen liittyvät muutokset elimistössä. Teoksessa Tilvis, R., Pitkälä, K., Strandberg, T., Sulkava, R. & Viitanen, M. (toim.) Geriatria. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim 2010:20–61.

Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36:2073-2081.

Tipton KD, Elliott TA, Ferrando AA, Aarsland AA, Wolfe RR. Stimulation of muscle anabolism by resistance exercise and ingestion of leucine plus protein. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009;34:151-61.

Trivedi DP, Doll R, Khaw KT. Effect of four monthly oral vitamin D3 (cholecalciferol) supplementation on fractures and mortality in men and women living in the community: randomised double blind controlled trial. *BMJ.* 2003;326:469.

Vaarama M, Luomahaara J, Peiponen A, Voutilainen P. Koko kunta ikääntyneiden asialle. Näkokulmia ikääntyneiden itsenäisen selviytymisen sekä hoidon ja palvelun kehittämiseen. Stakes raportteja 259, 2001.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta (VRN). Suomalaiset ravitsemussuositukset – ravinto ja liikunta tasapainoon. Komiteamietinto. Helsinki: Oy Edita Ab, 2005.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Ravitsemussuositukset ikääntyneille. Edita Publishing Oy 2010. Sähköisessä muodossa, www.ravitsemusneuvottelukunta.fi.

Van Nes MC, Herrmann FR, Gold G, Michel JP, Rizzoli R. Does the mini nutritional assessment predict hospitalization outcomes in older people? *Age Ageing* 2001;30:221-6.

Veldhorst MA, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach-Waelen A, van Vught AJ, Westerterp KR,

Engelen MP, Brummer RJ, Deutz NE, Westerterp-Plantenga MS. Dose-Dependent satiating effect of whey relative to casein or soy. *Physiol Behav.* 2009;96:675-82.

Vellas B, Guigoz Y, Garry P, Nourhashemi F, Bennahum D, Lauque S, Albarede J-L. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. *Nutrition.* 1999;15:116-122.

Venning G. Recent developments in vitamin D deficiency and muscle weakness among elderly people. *BMJ.* 2005;330:524–526.

Verhoeven S, Vanschoonbeek K, Verdijk LB, et al. Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *Am J Clin Nutr.* 2009;89:1468–1475.

Vikstedt T, Suominen MH, Muurinen S, Soini H, Pitkala KH. Nutritional status, energy, protein and micronutrient intake of older service house residents. *JAMDA* 2011;12:302-307.

Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH et al. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50:897–904.

Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Mittendorfer B, Wolfe RR. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am J Clin Nutr.* 2003;78:250-258.

Volpi E, Mittendorfer B, Wolf SE, Wolfe RR. Oral amino acids stimulate muscle protein anabolism in the elderly despite higher first-pass splanchnic extraction. *Am J Physiol* 1999;277:E513-E520.

Volpi E, Sheffield-Moore M, Rasmussen BB, Wolfe RR. Basal muscle amino acid kinetics and protein synthesis in healthy young and older men. *JAMA* 2001;286:1206–1212.

Väestöennuste 2009–2060. 2009. Helsinki: Tilastokeskus. Saatavana: http://www.stat.fi/til/vaenn/2009/vaenn_2009_2009-09-30_tie_001_fi.html

Walker T, Anderson E, Smith J, Herrera M, Lebegue B, Pinchak A, Fischer J. The influence of 8-weeks of whey protein and leucine supplementation on physical and cognitive performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010;20:409-417.

Wakimoto P, Block G. Dietary intake, dietary patterns, and changes with age: an epidemiological perspective. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56:S65–S80.

Wang X, Campbell LE, Miller CM, Proud CG. Amino acid availability regulates p70 S6 kinase and multiple translation factors. *Biochem J.* 1998;334:261-267.

Walrand S, Boirie Y. Optimizing protein intake in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab* 2005;8:89-94.

Walrand S., Vasson M-P., Lesourd B. The role of nutrition in immunity of the aged. In: Gut flora, nutrition and immunity. Perdigon G. and Fuller R. (Eds). Blackwells, Oxford, 2003:237-269

Welle S, Thornton C. High-protein meals do not enhance myofibrillar synthesis after resistance exercise in 62- to 75-yr-old men and women. *Am J Physiol*. 1998; 274:E677-E683.

Welle S, Thornton C, Jozefowicz R, Statt M. Myofibrillar protein synthesis in young and old men. *Am J Physiol* 1993;264:E693-E698.

Wendland BE, Greenwood CE, Weinberg I, Young KW. Malnutrition in institutionalized seniors: the iatrogenic component. *J Am Ger Soc*. 2003;51:85–90.

Westerterp-Plantenga MS, Nieuwenhuizen A, Tome D, Soenen S, Westerterp KR. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Annu Rev Nutr*. 2009;29:21-41.

Willoughby D. S. Stout J. R, Wilborn C. D. Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids* 2007;32:467–477

Wolfe R Miller S, Miller K. Optimal protein intake in the elderly. *Clinical Nutrition* 2008;27:675-684

World Health Organization. Ageing and life course. 2009 [cited 2009 April 30]; Available from: <http://www.who.int/ageing/en/>.

Working Group on Functional Outcome Measures for Clinical Trials Functional outcomes for clinical trials in frail older persons: time to be moving. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 160–4

Wren AM, Bloom SR. Gut hormones and appetite control. *Gastroenterology* 2007;132:2116-2130.

Zadik Z, Chalew SA, McCarter RJ Jr., Meistas M, Kowarski AA. The influence of age on the 24-hour integrated concentration of growth hormone in normal individuals. *J Clin Endocrinol Metab* 1985;60:513–516

Zanchi NE, Nicastro H; Lancha Jr AH. Potential antiproteolytic effects of L-leucine: observations in vitro and in vivo studies. *Nutr Metab (Lond)* 2008;5:20.

Zemel MB. Proposed role of calcium and dairy food components in weight management and metabolic health. *Phys Sportsmed* 2009;37:29-39.

Zemel MB. Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:907S-912S.

Zemel MB. The role of dairy foods in weight management. *J Am Coll Nutr*. 2005;24:537S-546S.

Zhang Y, Guo K, LeBlanc RE, Loh D, Schwartz GJ, Yu YH. Increasing dietary leucine intake reduces diet-induced obesity and improves glucose and cholesterol metabolism in mice via multimechanism. *Diabetes* 2007b;56:1647-1654.

Zizza CA, Arsiwalla DD, Ellison KJ. Contribution of snacking to older adults vitamin, carotenoid, and mineral intakes. *J Am Diet Assoc.* 2010;110:768-772.

Yalcin AS. Emergin therapeutic potential of whey proteins and peptides. *Curr Pharm Des.* 2006;12:1637-1643.

Yamada Y, Schoeller DA, Nakamura E. Extracellular water may mask actual muscle atrophy during aging. *J Gerontol A Bio Sci Med Sci.* 2010;65:510-516.

PORVOON LIHASKATO- JA RAVITSEMUSTUTKIMUS

Ikääntyneiden lihaskunnosta lyhyesti

1. LIIKUNTA

Kaikkein tärkeintä on välttää liikkumattomuutta. 65 vuotta täyttäneet tarvitsevat aerobista liikuntaa (esim. 30 minuutin reipas kävely) vähintään viitenä päivänä ja lihasvoimaharjoittelua (esim. kuntosali tai kotivoimistelu) kahdesti viikossa. Lisäksi tarvitaan liikkuvuutta ja tasapainoa ylläpitävää ja kehittävää liikuntaa. Voima- ja tasapainoharjoittelun tulee olla tavoitteellista ja nousujohteista.

2. RAVITSEMUS

Lihakset ovat proteiinia. Ikääntyneet tarvitsevat noin 80 grammaa proteiinia päivässä. Proteiinia saadaan mm. maitotuotteista, lihasta, kanasta, kalasta, kananmunista, pavuista, linsseistä ja pähkinöistä. Päivittäin olisi hyvä syödä useita annoksia proteiinipitoista ruokaa ja jakaa annokset tasaisesti koko päivän ajalle. Proteiinipitoinen välipala sopii myös hyvin heti liikunnan jälkeen nautittavaksi. Proteiinien lisäksi monipuolinen ravitsemus, joka sisältää runsaasti marjoja, hedelmiä ja kasviksia sekä rasvaista kalaa, on tärkeää.

3. D-VITAMIINI JA KALSIUM

Yli 60-vuotiaiden tulee käyttää **D-vitamiinilisää 20 mikrogrammaa päivässä** kaikkina vuodenaikoina. D-vitamiinilisä näyttäisi parantavan ikääntyneiden lihasvoimaa ja suorituskykyä, minkä seurauksen myös kaatumisia ja murtumia voidaan vähentää. Osteoporoosin (luukato) hoidossa D-vitamiinilisään on usein liitetty myös kalsiumlisä. Jos ravinnosta kuitenkin saadaan riittävästi kalsiumia (esim. 3-4 maitotuoteannosta päivässä), niin kalsiumlisää tarvitaan harvoin. Keskustele kalsiumlisän käytöstä tarvittaessa lääkärisi kanssa.

4. MUU LÄÄKITYS

Huolehdi että lääkärisi tarkistaa kokonaislääkityksesi säännöllisesti

IKÄÄNTYNYT TARVITSEE VÄHINTÄÄN 80 G PROTEIINIA PÄIVÄSSÄ.

Yksi annos sisältää 7–8 grammaa proteiinia.
Nauti proteiinipitoisia ruokia päivittäin vähintään 10 annosta.

Maito / pilmä
2 dl



Jogurtti
2 dl



Maustamaton
maltorahka
vajaa 1 dl (80 g)



Raejuusto
5–6 rkl (50 g)



Kypsetty juusto
3–4 viipaletta (30 g)



Täysilihaleikkele
3–4 viipaletta (40 g)



Leikkelemakkara
6–8 viipaletta (80 g)



Keltetty kananmuna
1 kpl (60 g)



Kypsä liha *
3 rkl (25–30 g)



Kypsä kala
4–5 rkl (40–50 g)



Kypsä broileri *
3 rkl (25–30 g)



Grillimakkara / nakki
2 nakkia tai
½ makkara (50–75 g)



Pavut ja linssit
1,5 dl (100 g)



Pähkinät
4 rkl (40 g)



Lihahyytelö
3 viipaletta (ä 25 g)



Maksamakkara
4–5 viipaletta (ä 15 g)



* Vähärasvainen, luuton liha

MIHIN PROTEIINIA ELI VALKUAISAINETARVITAAN?

Ikääntymisen myötä riittävä proteiinin saanti on erityisen tärkeää, sillä riittävä proteiinin saanti ehkäisee lihaskatoa ja ylläpitää toimintakykyä ja vastustuskykyä. Ruoan proteiinia tarvitaan elimistön omien proteiinien muodostukseen. Proteiinit toimivat välttämättöminä rakennusaineina esimerkiksi lihaksissa, luustossa ja sisäelimissä. Proteiinia tarvitaan kudosten kasvua ja uusiutumista varten. Lisäksi proteiineilla on ihmiskehossa tärkeitä säätely- ja kuljetustehtäviä.

KÄVELY KEVYEMMÄKSI

Kotivoimisteluojelma voiman ja tasapainon hankintaan



- Tee liikkeet rauhallisesti • Säilytä hyvä ryhti ja muista hengittää liikkeitä tehdessäsi
- Pidä pieni tauko jokaisen eri liikesarjan välissä • Tehosta ohjelmaa käyttämällä 1 - 3 kilon tarrapainoja nilkoissa aloittaen kevyillä painoilla • Toista ohjelma päivittäin



1. Istu tuolilla selkä suorana. Ojenna vuorotellen oikea ja vasen jalka suoraksi rauhalliseen tahtiin. Toista liikettä 10-15 kertaa. Pidä tauko ja tee sama uudelleen.

2. Seiso ja ota tukea tuolin selkänojasta tai pöydästä. Nosta vuorotellen oikea ja vasen polvi ylös. Toista molemmilla jaloilla 10-15 kertaa. Pidä tauko ja tee sama uudelleen.



- 3 a. Seiso ja ota tukea. Vie oikea jalka polvi suorana taakse ja laske alas. Toista liikettä 10-15 kertaa. Tee sama vasemmalla jalalla. Pidä tauko ja tee samat liikkeet uudelleen.

- 3 b. Seiso ja ota tukea. Vie oikea jalka kantapää edellä sivulle ja tuo takaisin. Toista liikettä 10-15 kertaa. Tee sama vasemmalla jalalla. Pidä tauko ja tee samat liikkeet uudelleen.

4. Seiso ja ota tukea. Nouse rauhallisesti varpaille ja laskeudu alas 10-15 kertaa. Pidä tauko, ravista jalkoja ja tee sama uudelleen.



5. Aseta tuoli seinää vasten. Istuudu tuolin etureunalle. Kumarru eteenpäin ja nouse ylös seisomaan. Toista liikettä 10-15 kertaa. Pidä tauko ja tee sama uudelleen.

OHJEET RAVITSEMUSLOMAKKEEN TÄYTTÄMISEEN

On tärkeää, että ravitsemuksen seurantalomakkeelle merkitään kaikki se, mitä henkilö päivän aikana syö tai juo.

TAUSTATIEDOT

- PERUSTIEDOT: Kirjoita nimi, ikä, päivämäärä ja viikonpäivä.
- RUOKAVALIO JA AVUN TARVE: Rastita ruokavaliota ja avun tarvetta parhaiten kuvaavat vaihtoehdot.
- MUITA HUOMIOITA: Kirjaa tähän muita syömiseen ja ruokavalioon liittyviä huomiota. Tällaisia ovat esimerkiksi erityisruokavaliot (esim. laktoositon) ja allergiat (esim. kala-allergia).

RUOKIEN JA JUOMIEN KIRJAAMINEN

Kaikki syöty ja juotu merkitään määrineen (esim. kaurapuuro veteen, 1 dl). Kirjaa syödyt ja juodut ruoat niin tarkasti kuin on mahdollista. Tällä on kaksi tarkoitusta: Tarkka arvio ravinnon saannista auttaa päivittäisessä ruokailun suunnittelussa. Myös ravitsemuksen suunnittelija voi hyödyntää täytettyjä lomakkeita, kun hän arvioi, miten ravitsemusta voisi parantaa.

- KELLONAika: Merkitse ruokailun alkamis- ja päätösaika.
- RUOKALAJI: Merkitse syödyt ruoat ja juodut juomat (laji ja laatu) mahdollisimman tarkkaan. Lomakkeen vasemmassa reunassa on joitakin lajeja, joiden tarkoitus on auttaa lomakkeen käytössä.
 - o Kaikille ruoille ei ole omaa kohtaa: voit kirjata sellaisen ruoan/juoman mille tahansa riville. (Voit myös yliviivata ohjeellisen ruokalajin.)
 - o Perussääntö: yksi ruoka/juoma yhdelle riville.
- SYÖTY MÄÄRÄ: Kirjaa ruokailun päätteeksi, kuinka paljon ruokia ja juomia on syöty. Esimerkkimitat kullekin ruoalle ja juomalle löytyvät ravintotaulukosta. Koska taulukkoon on merkitty ruokien ja juomien energiapitoisuudet, samojen yksiköiden käyttö helpottaa työtäsi.
 - o talousmitat – dl, rkl, tl (esim. juomat, puuro, kastikkeet, keitot, perunasose, riisi, salaatit, raasteet, jogurtit, viilit, mehukeitot, rahkat, hillot, sokerit, voisilmät, levitteet, salaatin kastike)
 - o kappalemäärä (esim. peruna, lihapullat, ohukaiset, karkit, keksit, hedelmät)
 - o siivut ja viipaleet (esim. leipä, leikkeleet, juusto, vihannekset, kananmuna)
- HUOMIOI JA KIRJAA:
 - o PUURO
 - Mikä hiutale? Maitoon/veteen?
 - o LEIPÄ
 - Ruis/seka/vehnä/muu?
 - Leivänpäällisten rasvapitoisuus?
 - o JUOMAT
 - Mehu: täysmehu/sekamehu/muu?
 - Kirjaa kahvin ja teen lisukkeet omille riveilleen (maito ja kerma rasvaprosentteineen, sokeri ja hunaja).
 - Myös alkoholijuomat kirjataan.
 - Merkitse sokeroimattomat ja muut light-tuotteet selvästi!
 - o MAITOTUOTTEET
 - Merkitse rasvapitoisuus kaikista maitotuotteista (maito, piimä, kerma, viili, jogurtti, rahka, juusto)
 - o ATERIAT
 - Kuvaile myös pääruoat (esim. kalakeitto, kirkas).
 - Mikä salaatti? Millainen salaatin kastike? (esim. lantturaaste, öljykastike)

RAVITSEMUSLOMAKE

TAUSTATIEDOT		Osasto	
Nimi	Ikä	Päivämäärä	Viikonpäivä
<i>Ellu Esimerkki</i>	<i>84</i>	<i>28.3.2012</i>	<i>keskiviikko</i>
Ruokavalio		Avun tarve ruokailussa	
<input checked="" type="checkbox"/> Kiinteä <input type="checkbox"/> Pehmeä <input type="checkbox"/> Sosemainen <input type="checkbox"/> Nestemäinen		<input checked="" type="checkbox"/> Ei tarvitse apua <input type="checkbox"/> Tarvitsee tukea <input type="checkbox"/> Syötettävä	
Muita huomioita	<i>kala-allergia, iltaisin huono ruokahalu</i>		

AAMUPALA klo 8.30–9	Ruokalaji (esim. ohrapuuro veteen, täysjyväleipä, margariini 60 %)	Syöty määrä (g, tl, rkl, dl, kpl,viipale)	Energia (kcal)	Proteiini (g)
Puuro / velli	<i>neljänviljanpuuro maitoon</i>	<i>2 dl</i>	<i>160</i>	<i>6,8</i>
Mehukeitto	<i>mustikkakeitto (Valio)</i>	<i>1 dl</i>	<i>50</i>	<i>0,2</i>
Voisilmä / hillo	<i>mansikkahillo</i>	<i>2 tl</i>	<i>22</i>	<i>0</i>
Leipä	<i>ruispuikula (Fazer)</i>	<i>1 viip.</i>	<i>76</i>	<i>2,8</i>
Leivänpäälliset (%) esim. levite, juusto, leikkeleet	<i>Flora 60 % norm.suolainen</i>	<i>1 tl</i>	<i>27</i>	<i>0</i>
Lisäke	<i>tomaatti</i>	<i>2 viip.</i>	<i>6</i>	<i>0,2</i>
Juomat esim. vesi, maito (%),mehu (minkälainen?) kahvi, tee, kerma (%)	<i>sekamehu, sokeroitu</i>	<i>1,5 dl</i>	<i>86</i>	<i>0</i>
	<i>kahvi</i>	<i>1,1 dl</i>	<i>0</i>	<i>0,3</i>
	<i>kahvikerma 19 %</i>	<i>1 rkl</i>	<i>30</i>	<i>0,3</i>
Sokeri	<i>palasokeri</i>	<i>2 kpl</i>	<i>24</i>	<i>0</i>
Muu ¹	<i>aamupäivällä Nutridrink</i>	<i>½ pullo</i>	<i>150</i>	<i>10</i>
YHTEENSÄ			631 kcal	20,6 g

¹ Merkitse esim. aterialla nautitut täydennysravintoainevalmisteet tähän kenttään.

LOUNAS klo <u>11.30-12</u>	Ruokalaji	Syöty määrä	Energia	Proteiini
Pääruoka	jauhelihapihvi	1 kpl	150	8,7
	ruskea kastike	0,5 dl	40	0,4
Lisäke	perunasose maitoon	1 dl	90	2,1
Salaatti	tomaatti-kurkku-lehtisalaatti	0,5 dl	4	0,3
Salaatinkastike	oliiviöljy	1 tl	40	0
Leipä	sekaleipä	0,5 viip.	25	0,8
Leivänpäälliset (%) esim. levite, juusto, leikkeleet	voi 80 %	0,5 tl	18	0
	Emmental-juusto 17 %	1 viip.	23	2,3
	keittokinkku 2 %	1 viip.	20	3,4
Juomat esim. vesi, maito (%), mehu (minkälainen?) kahvi, tee, kerma (%)	kevytmaito (1,5 %)	1,5 dl	46	3,2
Jälkiruoka	tumma suklaa	2 palaa	68	0,8
Muu	höyrytetty kasvikset	0,5 dl	10	1,1
YHTEENSÄ			534 kcal	23,1 g

PÄIVÄKAHVI klo <u>14.30-15</u>	Ruokalaji	Syöty määrä (g, tl, rkl, dl, kpl, viipale)	Energia	Proteiini
Leipä / kahvileipä	jälkiruokaohukkailet	3 kpl	96	3,9
Lisukkeet esim. leivänpäälliset, kahvileivän lisukkeet (esim. hillo)				
	mansikkahillo	1 rkl	33	0
	kermavaahto	1 rkl	25	0,1
Juomat esim. vesi, maito (%), mehu (minkälainen?) kahvi, tee, kerma (%)	kahvi	1 kkp	0	0,3
	kahvikerma 19 %	1 rkl	30	0,3
	palasokeri	2 kpl	24	0
YHTEENSÄ			208 kcal	4,6 g

PÄIVÄLLINEN klo 16-17	Ruokalaji	Syöty määrä	Energia	Proteiini
Pääruoka	<i>hernekeitto</i>	<i>2 dl</i>	<i>185</i>	<i>15,8</i>
Lisäke				
Salaatti	<i>porkkanaraaste</i>	<i>1 dl</i>	<i>8</i>	<i>0,6</i>
Salaatinkastike				
Leipä	<i>ruisleipä</i>	<i>1 viip.</i>	<i>76</i>	<i>2,8</i>
Leivänpäälliset (%) esim. levite, juusto, leikkeleet	<i>Flora 60 % normaalisuolainen</i>	<i>1 tl</i>	<i>27</i>	<i>0</i>
	<i>Emmental-juusto 17 %</i>	<i>1 viip.</i>	<i>23</i>	<i>2,3</i>
	<i>kurkku</i>	<i>3 siivua</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Juomat esim. vesi, maito(%), mehu (minkälainen?) kahvi, tee, kerma (%)	<i>kevytmaito 1,5 %</i>	<i>1,5 dl</i>	<i>69</i>	<i>4,8</i>
Jälkiruoka	<i>marjakiisseli</i>	<i>1,5 dl</i>	<i>87</i>	<i>0,8</i>
Muu				
YHTEENSÄ			475 kcal	27,1 g

ILTAPALA klo 19-20	Ruokalaji	Syöty määrä	Energia	Proteiini
Leipä	<i>kauravelli, maitoon</i>	<i>1 dl</i>	<i>62</i>	<i>3,7</i>
Leivänpäälliset (%) — esim. levite, juusto, — leikkeleet	<i>mehukeitto</i>	<i>0,5 dl</i>	<i>25</i>	<i>0,1</i>
Viili, jogurtti	<i>mansikkajogurtti, 2 % rasvaa</i>	<i>0,25 dl</i>	<i>22</i>	<i>0,9</i>
Juomat esim. vesi, maito (%), mehu (minkälainen?) kahvi, tee, kerma (%)	<i>tee</i>	<i>1 dl</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
YHTEENSÄ			109 kcal	4,7 g



Mini Nutritional Assessment MNA[®]

Sukunimi:		Etunimi:		
Sukupuoli:	Ikä:	Paino, kg:	Pituus, cm:	Päivämäärä:

Merkitse pisteet ruutuihin ja laske yhteen. Lopullisen seulonnan kokonaispistemäärä.

Seulonta	
A Onko ravinnonsaanti vähentynyt viimeisen kolmen kuukauden aikana ruokahaluttomuuden, ruuansulatusongelmien, puremis- tai nielemisvaikeuksien takia 0 = kyllä, ravinnonsaanti on vähentynyt huomattavasti 1 = kyllä, ravinnonsaanti on vähentynyt hieman 2 = ei muutoksia	<input type="checkbox"/>
B Painonpudotus kolmen viime kuukauden aikana 0 = painonpudotus yli 3 kg 1 = ei tiedä 2 = painonpudotus 1-3 kg 3 = ei painonpudotusta	<input type="checkbox"/>
C Liikkuminen 0 = vuode- tai pyörätuolipotilas 1 = pääsee ylös sängystä, mutta ei käy ulkona 2 = liikkuu ulkona	<input type="checkbox"/>
D Onko viimeisen kolmen kuukauden aikana ollut psyykkistä stressiä tai akuutti sairaus? 0 = kyllä 2 = ei	<input type="checkbox"/>
E Neuropsykologiset ongelmat 0 = dementia tai depressio 1 = lievä dementia 2 = ei ongelmia	<input type="checkbox"/>
F1 Painoindeksi eli BMI (= paino / (pituus)² kg/m²) 0 = BMI on alle 19 1 = BMI on 19 tai yli mutta alle 21 2 = BMI on 21 tai yli mutta alle 23 3 = BMI on 23 tai enemmän	<input type="checkbox"/>
JOS ET VOI LASKEA BMI:TÄ, KORVAA KYSYMYS F1 KYSYMYKSELLÄ F2. ÄLÄ VASTAA KYSYMYKSEEN F2, JOS OLET JO VASTANNUT KYSYMYKSEEN F1.	
F2 Pohkeen ympärystmitta (PYM), cm 0 = PYM on alle 31 cm 3 = PYM on 31 cm tai enemmän	<input type="checkbox"/>
Seulonnan tulos (Maksimi 14 pistettä)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12-14 pistettä: Normaali ravitsemustila 8-11 pistettä: Virhe aliravitsemukselle kasvanut 0-7 pistettä: Aliravittu	

Halutessasi syvemmän arvioinnin, täydennä pidempi MNA[®] lomake, joka on saatavilla www.mna-elderly.com –sivuilla.

Ref. Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA[®] - Its History and Challenges. J Nutr Health Aging 2006;10:456-465.
 Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J. Gerontol 2001;56A: M366-377.
 Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA[®]) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.
 © Société des Produits Nestlé, S.A., Vevey, Switzerland, Trademark Owners
 © Nestlé, 1994, Revision 2009. N67200 12/99 10M
Enemmän tietoa löydät: www.mna-elderly.com –sivuilta.

PORVOON LIHASKATO JA RAVITSEMUSTUTKIMUS: LÄHETÄ PALAUTUSKUORESSA KUN TÄYNNÄ!
Tutkimusvalmisteen seurantalomake

Sukunimi:

Potilasnumero:

Aloituspäivä:

Merkitkää päivän aamu- ja iltapäivän annoksen kohdalle sarakkeeseen L liikunnan määrä ja sarakkeeseen T nautitun tutkimusvalmisteen määrä seuraavasti:

L = Liikunta juuri ennen tutkimusvalmistetta:

0 = ei lainkaan

1 = kevyt (esim. n. 10min kävely tai voimistelu)

2 = reipas (esim. n. 30min kävely tai voimistelu)

T = Nautitun tutkimusvalmisteen määrä:

0 = ei lainkaan tai hyvin vähän

1 = noin puolet

2 = kaikki tai lähes kaikki

[illegible]

PORVOON LIHASKATO JA RAVITSEMUSTUTKIMUS: LÄHETÄ PALAUTUSKUORESSA KUN TÄYNNÄ!
Liikunnan seurantalomake

Sukunimi:

Potilasnumero:

Aloituspäivä:

Merkitkää päivän aamu- ja iltapäivän kohdalle sarakkeeseen L liikunnan määrä määrä seuraavasti:

L = Liikunnan määrä:

0 = ei lainkaan

1 = kevyt (esim. n. 10min kävely tai voimistelu)

2 = reipas (esim. n. 30min kävely tai voimistelu)

[illegible]

<u>26.8-1.9.2013</u>														
<u>2.9-8.9.2013</u>														
<u>9.9-15.9.2013</u>														
<u>16.9.-22.9.-2013</u>														
<u>23.9.-29.9.-2013</u>														
<u>30.9.-6.10.2013</u>														

HUOM! VÄLTÄ VALIO PROFEEL TUOTTEITA

Ravintoaineiden saannin, taustatekijöiden ja toimintakykykymittareiden korrelaatioita naisilla (korrelaatiokerroin (parvo))

NAISET	Ikä	BMI	Lyhyt MNA	MMSE	Pohkeen lihas- indeksi	Kävelynopeus	Puristusvoima	Fyto
Energia (kcal)	-0,067 (0,490)	0,166 (0,088)	0,063 (0,559)	0,155 (0,113)	0,218* (0,024)	0,135 (0,166)	0,250* (0,010)	0,159 (0,149)
Proteiini (g)	-0,227* (0,019)	0,231* (0,017)	0,044 (0,686)	0,107 (0,277)	0,156 (0,108)	0,130 (0,184)	0,212* (0,029)	0,169 (0,125)
Hiihihydraatti (g)	-0,069 (0,479)	0,122 (0,211)	0,121 (0,265)	0,107 (0,275)	0,199* (0,039)	0,160 (0,099)	0,253* (0,009)	0,184 (0,094)
Rasva (g)	0,007 (0,946)	0,126 (0,197)	0,005 (0,962)	0,186 (0,056)	0,222* (0,022)	0,096 (0,326)	0,175 (0,072)	0,063 (0,576)
Kuitu (g)	-0,106 (0,275)	0,153 (0,117)	0,152 (0,159)	0,146 (0,135)	0,323* (0,001)	0,183 (0,059)	0,374* (0,000)	0,173 (0,116)
C-vitamiini (mg)	-0,199* (0,040)	0,125 (0,198)	0,068 (0,534)	0,201* (0,039)	0,099 (0,311)	0,095 (0,331)	0,258* (0,007)	0,054 (0,625)
E-vitamiini (mg)	-0,107 (0,275)	0,213* (0,027)	-0,009 (0,936)	0,265* (0,006)	0,235* (0,015)	0,044 (0,656)	0,314* (0,001)	0,067 (0,545)
D-vitamiini (µg)	-0,055 (0,572)	0,190 (0,050)	0,020 (0,852)	0,153 (0,118)	0,064 (0,516)	-0,025 (0,796)	0,234* (0,015)	0,025 (0,822)
B6-vitamiini (mg)	-0,260* (0,007)	0,181 (0,062)	0,048 (0,659)	0,155 (0,113)	0,233* (0,016)	0,206* (0,033)	0,356* (0,000)	0,190 (0,084)
Folaatti (mg)	-0,206 (0,033)	0,181 (0,062)	0,048 (0,661)	0,212* (0,029)	0,223* (0,021)	0,136 (0,162)	0,348* (0,000)	0,142 (0,198)
Kalsium (mg)	-0,123 (0,207)	0,174 (0,073)	-0,028 (0,794)	0,065 (0,505)	0,042 (0,668)	0,136 (0,162)	0,175 (0,071)	0,158 (0,151)
Ikä	1,000	0,031 (0,755)	-0,126 (0,244)	-0,238* (0,014)	-0,142 (0,145)	-0,277* (0,004)	-0,289* (0,003)	-0,241* (0,027)
BMI	0,031 (0,755)	1,000	0,350* (0,001)	0,093 (0,345)	0,385* (0,000)	-0,256* (0,008)	0,085 (0,382)	-0,248* (0,023)

*Tilastollisesti merkitsevät Spearmanin korrelaatiokertoimien arvot on lihavoitu

Ravintoaineiden saannin, taustatekijöiden ja toimintakykymittareiden korrelaatioita miehillä (korrelaatiokerroin (parvo))

MIEHET	Ikä	BMI	Lyhyt MNA	MMSE	Pohkeen lihasindeksi	Kävelynopeus	Puristusvoima	Fyto
Energia (kcal)	-0,019 (0,892)	0,048 (0,733)	0,168 (0,306)	0,072 (0,613)	0,099 (0,482)	0,144 (0,305)	0,066 (0,641)	0,122 (0,466)
Proteiini (g)	-0,117 (0,404)	0,048 (0,735)	0,092 (0,577)	0,023 (0,872)	0,207 (0,137)	0,079 (0,573)	0,064 (0,649)	-0,031 (0,854)
Hiiilihyaatti (g)	-0,078 (0,579)	0,057 (0,687)	0,201 (0,220)	0,087 (0,539)	0,006 (0,968)	0,054 (0,699)	0,067 (0,633)	0,099 (0,553)
Rasva (g)	0,116 (0,407)	-0,001 (0,997)	0,105 (0,524)	-0,019 (0,896)	0,107 (0,446)	0,218 (0,116)	0,038 (0,785)	0,208 (0,210)
Kuitu (g)	-0,104 (0,460)	0,073 (0,604)	0,034 (0,835)	0,043 (0,764)	0,104 (0,459)	0,097 (0,490)	0,095 (0,497)	-0,002 (0,989)
C-vitamiini (mg)	0,101 (0,474)	0,196 (0,159)	0,068 (0,679)	0,179 (0,203)	0,049 (0,728)	0,062 (0,660)	0,088 (0,532)	0,066 (0,696)
E-vitamiini (mg)	-0,071 (0,612)	-0,017 (0,902)	0,158 (0,337)	0,068 (0,634)	0,198 (0,155)	0,114 (0,418)	0,063 (0,652)	0,138 (0,409)
D-vitamiini (µg)	0,033 (0,816)	0,111 (0,429)	0,104 (0,530)	-0,024 (0,864)	0,041 (0,773)	-0,145 (0,299)	-0,096 (0,493)	-0,186 (0,262)
B6-vitamiini (mg)	-0,049 (0,726)	0,188 (0,178)	0,190 (0,247)	0,098 (0,488)	0,133 (0,341)	0,083 (0,554)	0,009 (0,947)	0,089 (0,594)
Folaatti (mg)	-0,085 (0,547)	0,086 (0,540)	0,174 (0,289)	0,161 (0,253)	0,009 (0,949)	-0,015 (0,917)	0,000 (1,000)	-0,093 (0,579)
Kalsium (mg)	0,041 (0,769)	0,014 (0,919)	0,087 (0,600)	-0,012 (0,932)	0,099 (0,482)	-0,083 (0,555)	-0,051 (0,719)	-0,224 (0,177)
Ikä	1,000	0,001 (0,996)	0,000 (0,999)	-0,184 (0,192)	-0,417* (0,002)	-0,161 (0,251)	-0,349* (0,010)	0,151 (0,365)
BMI	0,001 (0,996)	1,000	0,032 (0,845)	-0,125 (0,378)	0,000 (0,998)	-0,294* (0,032)	0,080 (0,569)	-0,276 (0,093)

*Tilastollisesti merkitsevät Spearmanin korrelaatiokertoimien arvot on lihavoit